برنامج تصميم الدوائر المطبوعة

دكتور
جابر السيد الأبيض

برنامج تصميم الدوائر المطبوعة
EAGLE Ver. 4.14

إعداد

دكتور جابر السيد محمد الأبيض

الطبعة الثانية
٢٠٠٩

حقوق النشر
الطبعة الثانية ٢٠٠٩
جميع الحقوق محفوظة للمؤلف

رقم الإيداع
(٢٠٠٨/٢٦٨٢)

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو اختزان مادته العلمية أو نقله بأي طريقة كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو بأي وسيلة أخرى دون موافقة كتابية من المؤلف. و من يخالف ذلك يعرض نفسه للمساءلة القانونية.

إهداء

إلى كل ذي همة عالية

تقديم

لم أجد ما يشبع رغبة المهندسين من البرمجيات ذات التطبيق الصناعي في المكتبة العربية، ونظراً لحاجة العاملين في مهنة هندسة الالكترونيات إلى برمجيات عاملة في التطبيق الصناعي الخاص بهم ، تقدمت لكتابة هذا الكتاب حيث أشرح فيه أحدى البرمجيات العاملة في تصميم البطاقات الإلكترونية ألا وهو برنامج EAGLE. و لا يخفى على القارئ أن في سوق البرمجيات العاملة في تصميم ألواح الدوائر المطبوعة يوجد العشرات منها ، تتفاوت في مزاياها و إمكانياتها . إلا أنني قمت باختيار هذا البرنامج نظراً لبعض الجوانب التي أراها تصلح لأن تكون مادة تعليمية ميسرة للطالب ، هذا من ناحية و من ناحية أخرى أن القائمين على تسويق هذا البرنامج قد أتاحوا للقارئ فرصة الحصول على نسخة مخففة و مجانية من خلال شبكة المعلومات الدولية، تمكنه من ممارسة البرنامج و التعلم عليه ثم اتخاذ قرار شرائه من عدمه.

و من أهم عوامل اختياري لهذا البرنامج هو أنه يحتوي على إمكانية تحويل صيغة ملفاته إلى صيغة جربر Gerber و هى لغة البرمجيات التي تفهمها ماكينات CNC . ان التجميع الإلكتروني الآن يتم بطريقة ذات آلية عالية بدون تدخل الإنسان. حيث يدخل في تشغيل هذه الماكينات ،الحاسبات و البرمجيات المتخصصة. لذا عند قيامك باستخدام هذا البرنامج ورسم الدائرة التخطيطية Schematic فقط فإنك سوف تقوم باستخدام وحدة موجه المسارات النحاسية ذاتي التشغيل Autorouter في الحصول على تخطيط لوح الدائرة المطبوعة Board (Layout) . و بتشغيل هذا الجزء يمكنك معالجة ملفاته و الحصول على عدد من الملفات بصيغة جربر يمكنها تشغيل الماكينات الآلية التشغيل لتنفيذ ثقوب اللوح ، وتشكيل طبقة النحاس، وتنقيط المادة اللاصقة ، وتنقيط كريم اللحام ،و رفع و وضع العناصر الالكترونية و .....الخ.

و أحب أن أوجه نظر القارئ هنا إلى التطور الكبير و الواسع في مجال التجميع الالكتروني ، و ازدياد تعقيد و دقة الدوائر الإلكترونية المجمعة و متطلبات تنفيذها وذلك بعد القفزة الكبيرة بظهور تكنولوجيا التجميع باستخدام العناصر الالكترونية الدقيقة ذات التثبيت السطحي SMT ، فقد أصبح من الضروري الاستعانة ببرامج تمكن المهندس و الفني من حل المشكلات التي تعترضهما أثناء تصميم هذا النوع من الدوائر المطبوعة.

لقد حرصت من خلال هذا الكتاب أن أسرد بين أيدي قرائي الأعزاء محتويات هذا البرنامج و إلقاء الضوء على إمكانياته و توسيع مداركهم لتمكينهم من تحقيق طموحاتهم في رسم الدوائر الالكترونية و تحويلها إلى بطاقات مطبوعة عالية الدقة والمهارة، و من ناحية أخرى اختصار الزمن اللازم لتصميم الدائرة المطبوعة و إخراجها بالشكل الأمثل والحصول على بياناتها الصناعية تمهيداً لتصنيعها.

الأبواب من الباب الأول وحتى الباب السابع نقوم فيهم بتقديم البرنامج و طرح بعض المصطلحات الهامة للتعامل معه دون التباس، وكذا متطلبات استخدامه و معالمه ووصف كافة النوافذ العاملة فيه مثل واجهة التحكم و الدوائر التخطيطية و تخطيط اللوح و المكتبات و نوافذ أخرى هامة. و كذا مبادئ التعامل مع هذه النوعية من البرمجيات المتخصصة.

الباب الثامن قمنا بشرح طريقة رسم الدائرة التخطيطية للدائرة الالكترونية و كيفية استعمال المكتبات و جلب العناصر منها إلى مساحة الرسم ، وكذا اختبار الدائرة في النهاية لتحديد القفلات و الفتحات و التوصيلات الخاطئة بالدائرة.

أما الباب التاسع فيمهد للباب الذي يتلوه (العاشر) ففي هذا الباب نقوم بتعريف نظرية تشغيل الموجه الآلي للمسارات النحاسية التي سيتم تخطيطها أو تشكيلها على السطح النحاسي للوح الدائرة المطبوعة الخام . و في الباب العاشر يتم شرح كيفية الحصول على الدائرة المطبوعة من أو بدون الدائرة التخطيطية . كما ينوه عن كيفية وضع قواعد التصميم المرغوبة أو استخدام القيم القياسية لها في تصميم الدوائر المطبوعة بأنواعها الثلاث (المفردة ، و المزدوجة ، و المتعددة الطبقات).

و الباب الحادي عشر يختص بتصميم و رسم العناصر الالكترونية الغير موجودة أصلا في مكتبات البرنامج و العمل على إضافتها . و في هذا الموضوع موجود خطوات دقيقة لرسم تغليف العنصر ثم رمز العنصر ثم الربط بينهما بتعريف النبيطة للربط بين الأطراف الدبوسية في الرمز و الوسائد في التغليف و تعريف أشياء أخرى.

أما الباب الثاني عشر فيختص بتحويل ملفات البرنامج إلى ملفات جربر الصناعية لتهيئتها لمرحلة التصنيع. و قد وجدت ضرورة التأكيد على هذا الباب نظراً لأهميته.

و يلحق في نهاية الكتاب عدد من الملاحق الهامة التي تفيد القارئ و كذا المراجع الهامة.

و نوجه نظر القارئ إلى أن موضوع هذا الكتاب يعتبر الجزء الأول من مادة "رسم الدوائر و العناصر الإلكترونية" لطلبة الفرقة الأولي بكلية الهندسة الإلكترونية بمنوف –بجمهورية مصر العربية، و هو مقرر يختص بقواعد هندسة التصميم في التجميع الإلكتروني.

و في النهاية أتقدم بالشكر و التحية إلى النخبة الممتازة من مهندسي شركة بنها للصناعات الإلكترونية ببنها و أخص بالذكر سعادة العميد مهندس / نور الدين عبد الشافي مدير قسم البحوث و التطوير بالشركة على مناقشاته الموضوعية معي بخصوص ضرورة تزويد خريجي الهندسة بمثل هذه البرامج لاحتياج سوق العمل إليها. كما اشكر الابن المهندس محمد جابر السيد – على مساعدتي في هذا العمل و إعداد ملفات و كتب المادة العلمية و تصميم جلادة الكتاب.

و أتقدم بالشكر الخالص إلى أسرتي الكريمة على منحي الوقت و الراحة في انجاز هذا العمل الذي نرجو به وجه الله سبحانه و تعالي .

د.جابر السيد الأبيض

كلية الهندسة الإلكترونية بمنوف

جامعة المنوفية

Drelabyad@hotmail.com

المحتويات

تقديم ٧

الجزء الأول ٢٣

١ مقدمة ٢٥

١-١ ما هو الهدف مِنْ هذا الكتاب ٢٥

١-٢ لماذا تم اختيار هذا البرنامج ٢٦

١-٣ درجة تأهيل مستخدم البرنامج ٢٧

١-٤ المصطلحات الفنية ٢٨

٢ معالم البرنامج ٤١

٢-١ الوحدات الأساسية للبرنامج ٤١

٢-١-١ محرّر تخطيطَ اللوح Layout Editor ، الوحدة الأساسية ٤١

٢-١-٢ وحدة الرسم التخطيطي Schematic Module ٤٢

٢-١-٣ الموجه الآلي لتوصيل المسارات النحاسية Autorouter ٤٢

٢-٢ إصدارات مختلفة للبرنامج ٤٢

٢-٣ متطلبات النظامِ ٤٣

٢-٤ النسخة المحترفة Professional Edition ٤٣

٢-٤-١ نظرة عامة ٤٣

٢-٤-٢ محرّر تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة Layout Editor ٤٤

٢-٤-٣ وحدة الرسم التخطيطي Schematic Module ٤٥

٢-٤-٤ وحدة التوجيه الآلي للمسارات Autorouter ٤٥

٢-٥ النسخة القياسية Standard Edition ٤٥

٢-٦ النسخة الخفيفة (برنامج مجاني) Light Edition ٤٦

٣ واجهة التحكم Control Panel ٤٧

٣-١ واجهة التحكم ٤٧

٣-٢ المكونات الرئيسية لواجهة التحكم ٤٩
٣-٣ المكتبات ٥١
٣-٤ قواعد التصميم ٥٧
٣-٥ برامج لغة المستخدم ٥٨
٣-٦ المخطوطات أو النصوص ٥٩
٣-٧ وظائف التصنيع بمساعدة الحاسب ٦٠
٣-٨ المشاريع ٦٢
٣-٩ شريط القوائم المنسدلة بنافذة واجهة التحكم ٦٤

الجزء الثاني ٧٣

٤ نافذة محرر الدائرة التخطيطية ٧٥

٤-١ مقدمة ٧٥
٤-٢ فتح أو إنشاء ملف دائرة تخطيطية ٧٥
٤-٣ إنشاء ملف شكل تخطيطي جديد في التفريع الشجري ٧٧
٤-٤ أشرطة الأدوات بنافذة محرر الرسم التخطيطي ٨١
٤-٤-١ شريط العنوان : Title bar ٨١
٤-٤-٢ شريط القوائم المنسدلة : Menu bar ٨١
٤-٤-٣ شريط الأفعال : Action toolbar ٨١
٤-٤-٤ شريط الأوامر Command toolbar ٨١
٤-٤-٥ شريط معاملات الأوامر Command Parameters toolbar ٨٢
٤-٤-٦ نافذتي الإحداثيات و كتابة الأوامر : Coordinate display and Command Line ٨٣
٤-٤-٧ شريط الحالة Status bar ٨٣
٤-٤-٨ شريط الإزاحة العمودي و الأفقي و مساحة الرسم ٨٣
٤-٤-٩ كيف تَحْصلُ على معلوماتِ سريعة حول الأمر ؟ ٨٥
٤-٥ شريط القوائم بنافذة محرر الرسم التخطيطي : ٨٦
٤-٥-١ قائمة الملف File menu ٨٦

٤-٥-٢ التدريب على وظائف القائمة File ٨٨
٤-٥-٣ قائمة التحرير Edit menu ٩١
٤-٥-٤ التدريب على وظائف القائمة Edit ٩٤
٤-٥-٥ قائمة الرسم Draw menu ٩٩
٤-٥-٦ التدريب على وظائف القائمة Draw ١٠٠
٤-٥-٧ قائمة المشاهدة View menu ١٠٤
٤-٥-٨ التدريب على وظائف القائمة View ١٠٦
٤-٥-٩ قائمة الأدوات Tools menu ١١٠
٤-٥-١٠ التدريب على وظائف القائمة Tools ١١٠
٤-٥-١١ قائمة المكتبة Library menu ١١٢
٤-٥-١٢ قائمة الخيارات Options menu ١١٤
٤-٥-١٣ قائمة النافذة أو الإطار Window menu ١١٧
٤-٥-١٤ قائمة التعليمات أو المساعدة Help menu ١١٨
٤-٦ معاني أيقونات نافذة محرر الرسم التخطيطي ١١٨

٥ رسم الدائرة التخطيطية ١٣١
٥-١ إنشاء الشكل التخطيطيِ ١٣١
٥-١-١ فتح الرسم التخطيطيَ ١٣٢
٥-١-٢ إعداد الشبكة البيانية (تخطيط مربعات الرسم البياني) ١٣٣
٥-١-٣ وضع الرموز ١٣٤
٥-١-٤ تحميل إطار الرسم ١٣٤
٥-١-٥ إضافة و تغيير نص ١٣٦
٥-١-٦ وضع رموز دائرةِ(Gates) ١٣٨
٥-١-٧ التغذية المخفية للبوابات المنطقية ١٣٩
٥-١-٨ النبائط ذات البوابات المنطقية العديدة ١٤٠
٥-٢ كيفية تنفيذ توصيلات الشكل التخطيطيِ ١٤١
٥-٢-١ رسم الوصلات الشبكية (NET) ١٤١

٥-٢-٢ رسم المسار العمومي (BUS) ١٤٣
٥-٢-٣ تَحديد أصنافِ (فئات) الوصلات الشبكية ١٤٧
٥-٢-٤ مبادلة الأطراف الدبوسية Pinswap ومبادلة البوابات المنطقية Gateswap ١٤٨
٥-٢-٥ تغذية القدرة الكهربائية ١٤٩
٥-٣ فحص وتصحيح الدائرة التخطيطية ١٥٠
٥-٣-١ تداخل الأطراف الدبوسية ١٥٢
٥-٣-٢ طرف دبوسي مفصول عند إحداث التحريك ١٥٢
٥-٣-٣ إدماج أشكال تخطيطية Schematics مختلفة ١٥٢
٥-٤ الدخول إلى الملف التخطيطي ١٥٣
٥-٤-١ أمر التسمية NAME ١٥٦
٥-٤-٢ الأمر VALUE ١٥٦
٥-٤-٣ أمر البطاقة النصية LABEL ١٥٧
٥-٤-٤ الأمر Delete ١٥٧
٥-٤-٥ الأمر JUNCTION ١٥٨
٥-٤-٦ الأمر SHOW ١٥٨
٥-٤-٧ الأمر MOVE ١٥٩
٥-٥ استكمال الشكل التخطيطي ١٦٠
٥-٥-١ الأمر Smash ١٦١
٥-٦ تمرين تطبيقي ١٦٢
٥-٦-١ موضوع التمرين : وحدة تغذية ٥ فولت مستمر منتظم ١٦٢
٥-٦-٢ الشكل التخطيطي لدائرة التمرين ١٦٣
٥-٦-٣ الدائرة التخطيطية المطلوب رسمها في محرر الشكل التخطيطي ١٧٠

٦ نافذة مكتبة العناصر و نوافذ أخرى ١٨٣
٦-١ نافذة مكتبة العناصر ١٨٣
٦-١-١ تنظيم مكتبات العناصر Libraries ١٨٣

٦-١-٢ استعمال المكتبة Using Libraries ١٨٥
٦-١-٣ نافذة محرر المكتبة The Library Editor Window ١٩٠
٦-٢ حوار معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM ١٩٩
٦-٢-١ تولّيدْ البياناتَ Generate Data ٢٠١
٦-٣ نافذة محرّرِ النصَّ The Text Editor Window ٢٠٢

الجزء الثالث ٢٠٣

٧ نافذة محرر الدائرة المطبوعة ٢٠٥

٧-١ مقدمة ٢٠٥
٧-٢ فتح أو إنشاء ملف تخطيط لوح مطبوع ٢٠٥
٧-٣ أشرطة الأدوات لنافذة محرر لوح الدائرة المطبوعة ٢٠٧
٧-٤ شريط القوائم بنافذة محرر اللوح المطبوع ٢١٠
٧-٤-١ قائمة الملف File menu ٢١١
٧-٤-٢ التدريب على وظائف القائمة File ٢١١
٧-٤-٣ قائمة التحرير Edit menu ٢١٥
٧-٤-٤ التدريب على وظائف القائمة Edit ٢١٦
٧-٤-٥ قائمة الرسم Draw menu ٢١٩
٧-٤-٦ التدريب على وظائف القائمة Draw ٢٢٠
٧-٤-٧ قائمة المشاهدة View menu ٢٢١
٧-٤-٨ قائمة الأدوات Tools menu ٢٢٢
٧-٤-٩ التدريب على وظائف القائمة Tools ٢٢٤
٧-٥ معاني أيقونات نافذة محرر اللوح المطبوع ٢٣٣

٨ الموجه الآلي لمسارات اللوح النحاسية Autorouter ٢٤١

٨-١ المميزات الأساسية ٢٤١
٨-٢ ماذا تتوقع من الموجه الآلي ٢٤٢
٨-٣ التحكم في الموجه الآلي ٢٤٣

٨-٣-١ موجه المسار العمومي ٢٤٤
٨-٣-٢ المرور الموجه للمسارات ٢٤٤
٨-٣-٣ تحقيق المثالية ٢٤٤
٨-٤ ما الذي يجب تعريفه قبل بدء التوجيه الآلي ٢٤٥
٨-٤-١ قواعد التصميمِ ٢٤٥
٨-٤-٢ عرض المسارِ و فئات الوصلات الشبكية ٢٤٥
٨-٤-٣ الشبكة البيانية ٢٤٦
٨-٤-٤ الشبكة البيانية للتنسيب ٢٤٦
٨-٤-٥ الشبكة البيانية للتوجيه ٢٤٩
٨-٤-٦ متطلب الذاكرةِ ٢٥٠
٨-٤-٧ الطبقة ٢٥١
٨-٤-٨ الاتجاهات المُفَضَّلة ٢٥٢
٨-٤-٩ المناطق المحظورة للموجه الآلي ٢٥٣
٨-٤-١٠ عوامل الكلفة و معاملات التحكم الأخرى ٢٥٤
٨-٥ كيف تؤثرُ عوامل الكلفة على عملية التوجيه؟ ٢٥٤
٨-٦ عدد محاولات إزالة و إعادة بناء المسارات ٢٥٩
٨-٧ قائمة إعداد الموجه الآلي ٢٦١
٨-٨ التوجيه الآلي للألواحِ المتعددةِ الطبقات ٢٦٤
٨-٨-١ طبقات التغذية ٢٦٤
٨-٨-٢ المضلّعات كطبقات تغذية ٢٦٥
٨-٩ النسخ الاحتياطي وتوقف عملية التوجيه ٢٦٥
٨-١٠ معلومات للمستعملِ ٢٦٧
٨-١٠-١ عرض الحالة ٢٦٧
٨-١٠-٢ ملف سجلِّ الأداء ٢٦٨
٨-١٠-٣ العوامل المؤثرة في زمن تشغيل الموجه الآلي ٢٦٩
٨-١١ مثال تطبيقي على كيفية العمل بالموجه الآلي و اليدوي ٢٦٩
٨-١٢ معاملات ملف التحكم ٢٧١

٨-١٣ نصائح عملية ٢٧٢
٨-١٣-١ مقدمة عامة ٢٧٢
٨-١٣-٢ الألواح أحادية الجانب ٢٧٢
٨-١٣-٣ الألواح ذات العناصر السطحية SMD بطبقاتِ تغذية ٢٧٣
٨-١٣-٤ ماذا يمكن أَنْ نفعل إذا لمْ تكن كُلّ الإشارات موجهة؟ ٢٧٤

٩ تخطيط لوح الدائرة المطبوعة ٢٧٥
٩-١ من الرسم التخطيطي إلى تصميم لوح الدائرة المطبوعة ٢٧٥
٩-٢ اعتبارات قبل إنشاء لوح الدائرة المطبوعة ٢٧٦
٩-٢-١ القيام بفحص مكتبات العناصر الالكترونية ٢٧٦
٩-٢-٢ نقاط الاتفاق مَع منتجي لوح الدائرة المطبوعة ٢٧٦
٩-٣ تحديد قواعد التصميم ٢٧٧
٩-٣-١ المبادئ العامة ٢٧٨
٩-٤ ملاحظات على معاملات صندوق حوار DRC ٢٨١
٩-٤-١ الطبقات ٢٨١
٩-٤-٢ الخلوص الأدنى ٢٨٣
٩-٤-٣ المسافة ٢٨٦
٩-٤-٤ المقاسات ٢٨٧
٩-٤-٥ الطوق المتبقي للوسادة ٢٨٨
٩-٤-٦ أشكال نقاط اللحام (الوسائد و نقاط العبور) ٢٩١
٩-٤-٧ التغذية ٢٩٣
٩-٤-٨ الأقنعة ٢٩٦
٩-٤-٩ أشياء أخرى ٢٩٧
٩-٥ إنشاء اللوح ٣٠٠
٩-٥-١ بوجود المحرر التخطيطي ٣٠٠
٩-٥-٢ بدون المحرّرِ التخطيطيِ ٣٠٠
٩-٦ تصميم لوح دائرة مطبوعة بدون دائرة تخطيطية ٣٠١

٩-٦-١ تعريف شكل اللوح ٣٠١
٩-٦-٢ وضع الشبكة البيانية ٣٠٢
٩-٦-٣ وَضْع العناصر ٣٠٣
٩-٦-٤ وَضْع أغلفة العناصر السطحية ٣٠٤
٩-٦-٥ التَزويد بالأسماءِ ٣٠٤
٩-٦-٦ التَزويد بالقِيَمِ ٣٠٥
٩-٦-٧ تعريف الإشارات ٣٠٥
٩-٦-٨ تعريف فئات الإشارة ٣٠٦
٩-٧ توليد لوح الدائرة المطبوعة مِنْ الدائرة التخطيطية ٣٠٧
٩-٧-١ وصف الحدود الخارجية للوح ٣٠٧
٩-٧-٢ ترتيب العناصر ٣١٠
٩-٧-٣ ألواح دائرة مطبوعة بعناصر على كلا الجانبينِ ٣١٣
٩-٧-٤ توجيه المسارات- وضِعُ المساراتَ يدوياً ٣١٧
٩-٧-٥ تعريف المستوى النحاسي مع المضلّعِ ٣٢٠
٩-٨ فحص قواعد التصميمِ ٣٢٣
٩-٨-١ فحص تخطيطَ اللوح وتصحّيحَ الأخطاءَ ٣٢٤
٩-٨-٢ رسائل الأخطاء ومعناها ٣٢٥
٩-٩ ألواح الدوائر المطبوعة المتعددة الطبقات ٣٢٩
٩-٩-١ الطبقة الداخلية ٣٣٠
٩-٩-٢ طبقات الإشارة ٣٣٠
٩-١٠ ألواح متعددة الطبقات مَع نقاط عبور Vias ٣٣٤
٩-١١ لوح متعدّد الطبقات مع نقاط عبور مستورة و مدفونة ٣٣٥
٩-١١-١ إزالة الغموض ٣٣٥
٩-١١-٢ إعداد الطبقةِ ٣٣٧
٩-١١-٣ ملاحظات للعمل مع نقاط العبور المستورة و المدفونة و الدقيقة ٣٤٥
٩-١١-٤ نقطة العبور الدقيقة- الحالة الخاصّة مِنْ نقطة العبور المستورة ٣٤٦
٩-١٢ تحديث العناصر (تحديث المكتبةِ) ٣٤٧

٩-١٣ طباعة الشكل التخطيطي وتخطيط اللوح ٣٤٩
٩-١٤ إنشاء بياناتَ التصنيع ٣٥٣

الجزء الرابع ٣٥٥

١٠ تصميم و إضافة عناصر جديدة لمكتبة البرنامج ٣٥٧

١٠-١ أوامر تستخدم في تنفيذ الكائنات الرسومية ٣٥٨
١٠-١-١ الأمر WIRE التوصيل بالسلكَ ٣٥٨
١٠-١-٢ تغيير عرض الخَطِّ Changing Line Width ٣٥٩
١٠-١-٣ لتغييرُ كائن رسومي إلى طبقةِ أخرى ٣٦٠
١٠-١-٤ الأمر CIRCLE الدائرة ٣٦١
١٠-١-٥ الأمر ARC قوسَ ٣٦٢
١٠-١-٦ الأمر RECT ٣٦٢
١٠-١-٧ الأمر TEXT النَصَّ ٣٦٣
١٠-٢ كيفية رسم نبيطة ذات رمز واحد (المقاومة) ٣٦٥
١٠-٢-١ انشاء مكتبة جديدة ٣٦٥
١٠-٣ رسم رمز المقاومِة ٣٦٧
١٠-٤ رسم تغليف المقاومِة ٣٧٧
١٠-٤-١ رسم تغليف جديد ٣٧٧
١٠-٥ تعريف نبيطة المقاومة ٣٨٥
١٠-٦ تعريف النبائط المعقّدة ٣٩٢
١٠-٦-١ إنشاء مكتبة جديدة ٣٩٤
١٠-٧ نبيطة متعددة الرموز ذات تغليف مزدوج الصفوف ٣٩٤
١٠-٧-١ رسم التغليف التقليدي للعناصر ذات الأطراف الدبوسية ٣٩٤
١٠-٨ نبيطة متعددة الرموز ذات تغليف SMD ٤٠١
١٠-٨-١ رسم تغليف SMD ٤٠١
١٠-٩ رسم الرمز المنطقي ٤٠٩
١٠-١٠ رسم رمز التغذية الكهربائية ٤١٢

١٠-١١ تعريف النبيطة ٤١٤
١٠-١٢ جهود التغذية ٤٢٤
١٠-١٢-١ الأطراف الدبوسية لتغذية القدرة للعنصر ٤٢٤
١٠-١٣ رموز التغذية ٤٢٧
١٠-١٤ البطاقة النصية على الرموزِ التخطيطيةِ ٤٢٩
١٠-١٥ أ خراف دبوسيه بنفس الأسماءِ ٤٣٠
١٠-١٦ المزيد حول معامل مستوى الإضافة Addlevel ٤٣١
١٠-١٧ المرحل Relay ٤٣٢
١٠-١٨ المقبس Connector ٤٣٣
١٠-١٨-١ مقبس بثقب تَثبيت ومنطقةِ محرمة ٤٣٤
١٠-١٩ رسم إ خارِ منطقة الرسم ٤٣٥
١٠-٢٠ عناصر على جانبِ اللحامَ ٤٣٦
١٠-٢١ إنشاء مغايراتِ تغليف جديد ٤٣٧
١٠-٢٢ استعمال تغليف معدل مِنْ مكتبةِ أخرى ٤٤١
١٠-٢٣ تعريف الأغلفة في أيّ دوران ٤٤٣
١٠-٢٤ المكتبة وإدارة الأجزاءِ ٤٤٥

الجزء الخامس ٤٥٣
١١ إعداد بياناتِ التصنيع ٤٥٥
١١-١ بيانات صناعةِ اللوح ٤٥٦
١١-١-١ صيغة Gerber ٤٥٦
١١-١-٢ بيانات المثقابِ Drill Data ٤٥٧
١١-١-٣ بيانات لماكينات التشكيل (التفريز) ٤٥٨
١١-١-٤ بيانات لماكينات إدخال العناصر ٤٥٩
١١-٢ أيّ الملفات التي يحتاجها صانع اللوح؟ ٤٥٩
١١-٢-١ الملفات المتولدة بمعالجِ CAM ٤٥٩
١١-٢-٢ المعلومات الإضافية لمنتجِ اللوح ٤٦١
١١-٣ قواعد توفّيرُ الوقتَ والمالَ ٤٦٢

١١-٤ توليد البياناتِ بشغلات CAM الجاهزةِ ٤٦٣
١١-٤-١ شغلة Gerber.cam لألواح ذات الطبقتين ٤٦٣
١١-٤-٢ الشغلة Job rs274x.cam ٤٦٥
١١-٤-٣ بيانات التثقيب Drill Data ٤٦٥
١١-٤-٤ بيانات التثقيب للألواحِ المتعددةِ الطبقات بنقاط عبور مستورة و مدفونة ٤٦٨
١١-٥ إعداد معاملات الخرج ٤٦٩
١١-٦ مِنْ أسماءِ ملفاتِ الخرج ٤٧١
١١-٧ آلية الخرج مع مشغولات معالج CAM ٤٧٣
١١-٧-١ تعريف الشغلة Defining a Job ٤٧٣
١١-٧-٢ تَمديد شغلة gerber.cam لألواحِ متعددةِ الطبقات ٤٧٥
١١-٨ ملفات Gerber للرواسم الضوئية Photoplotters بعجلات الفتحات الثابتة ٤٧٧
١١-٨-١ ملف المعلوماتِ Info File ٤٧٨
١١-٨-٢ محاكاة الفتحةِ Aperture Emulation ٤٧٨
١١-٨-٣ تفاوت الفتحةِ Aperture Tolerances ٤٧٨
١١-٨-٤ تعريفُ ترتيبُ الفتحات ٤٧٩
١١-٩ سواقة الأداةِ في ملفِ eagle.def ٤٨٠
١١-٩-١ إنشاء سواقة أداتِكَ الخاصِة ٤٨٠
١١-٩-٢ الوحدات في جدول المثقابَ والفتحات ٤٨١
١١-١٠ توليد الفيلم باستعمال ملفات PostScript ٤٨٢
١١-١١ التوثيق Documentation ٤٨٣
١١-١١-١ قائمة الأجزاءِ Parts List ٤٨٣
١١-١١-٢ خطة المثقابِ Drill Plan ٤٨٥
١١-١٢ إخراج الرسومات و بياناتِ التصنيع ٤٨٧
١١-١٢-١ إخراج الشكل التخطيطي بالأمر PRINT ٤٨٧
١١-١٢-٢ تَوليد ملفات الصورةِ لغرضِ التوثيقِ ٤٨٨
١١-١٢-٣ تَوليد بياناتِ المثقابِ (الثقوب) ٤٩٠

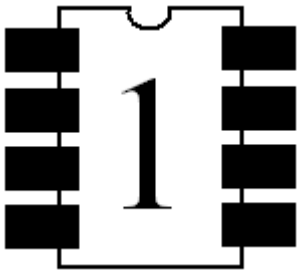
١١-١٢-٤ بيانات التصنيع الأخرى	٤٩٠
١١-١٢-٥ لغة المستعملِ ببرنامج EAGLE	٤٩١
١١-١٢-٦ ملفات المخطوطةِ – مواجهة الدخل المرنةِ	٤٩١
١١-١٣ مثال تطبيقي	٤٩٢
١١-١٣-١ فتح ملف لوح دائرة مطبوعة **(*.brd)**	٤٩٢
١١-١٣-٢ إنشاء ملف ترتيب الثقوب Drill Rack file	٤٩٣
١١-١٣-٣ إنشاء ملفات إكسيلون للتثقيب Excellon drill files	٤٩٥
١١-١٣-٤ انشاء ملفات جربر Gerber files	٤٩٨

الملاحق	٥٠١
الملحق رقم (١) الطبقات و استخداماتها	٥٠١
الملحق رقم (٢) ملفات البرنامج EAGLE	٥٠٣
الملحق رقم (٣) نظرة سريعة على خيارات برنامج EAGLE	٥٠٣
الملحق رقم (٤) ترتيب (هيئة) قائمةِ النصَّ	٥١٠
الملحق رقم (٥) متغيرات النص	٥١١
الملحق رقم (٦) رسائل الأخطاء	٥١١
الملحق رقم (٧) الإمتحانات	٥١٦

المراجع	٥٥٠

الجزء الأول

١	مقدمة
٢	معالم البرنامج
٣	واجهة التحكم



مقدمة
INTRODUCTION

١-١ ما هو الهدف مِنْ هذا الكتاب:

هذا الكتاب التعليمي مزوّدُ بمقدمة أساسية لبرنامج تصميم الدوائر المطبوعة والمعروف بـ : **" محرر تصميم الدوائر المطبوعة سهل التطبيق "**

Easily Applicable Graphics Layout Editor

حيث أخذت الحروف الأولى لكلمات العبارة السابقة لتكون كلمة النسر وبالتالي عرف ببرنامج EAGLE. وهو يَغطّي استعمال محرّرِ الدوائر التخطيطيَة Schematic Editor، و محرّر تخطيطِ اللوح المطبوع Layout (Board) Editor، و موجه المسارات الآلي Autorouter. وسوف يقودك هذا الكتاب خلال البرنامجِ بطريقة طبيعية، حيث البداية مع محرر الدائرة التخطيطية ثم العمل خلال تصميمِ لوح الدائرة المطبوعة وتوجيه المسارات النحاسية آلياً autorouting. وسوف تستفيد أكثر بالتجول خلال كل مكونات البرنامج.

في المقام الأول يَجِبُ أَنْ تَكُون ملماً بإمكانيات استعمال الوظائف الأساسيةِ لنظام تشغيل حاسبك. .فهناك مصطلحات نظام التشغيل و مكونات النوافذ سَتَكُونُ مستعملة بدون الإشارة إلى طريقة استخدامها. و بمجرد أَنْ يكتمل إطلاعك على هذا الكتاب سوف تكون قادراً على البَدْء بالعَمَل في أي مشروع لتصميم الدائرة المطبوعة لدائرة ما. وبينما تقوم بإخراج التصميمات الأوليةَ، على أية حال، يَجِبُ عليك استعمال وظيفة طلب المساعدة help function من آن لآخر و تصفح هذا الكتاب للتَعَلّم أكثر حول تفاصيلِ معيّنةِ والمطلوبة. عند هذا فقط سَتَكُونُ قادراً على اكتساب الفائدةِ الكاملةِ من قدرات البرنامج المتعددة.

سوف تَتعلّمُ أيضاً كَيفَ تَستعملُ أغلب أوامرِ البرنامجَ، بالرغم من أنك لَست ملما بكل الميزات التي تجْعلُ البرنامج أكثر قوة ومرونَة وهي التي ستنَاقَش في هذه المقدمةِ — على سبيل المثال إمكانيات الأوامر SET وSCRIPT و RUN (انظر طلب المساعدةً). قبل أن تبدأ يَجبُ أَن تَستشيرَ ملف اقرأني README والملفات ذات الامتداد. txt * في الملفات الوثائقية لبرنامج eagle/doc . وبالرغم من أن هذا الكتاب مستند على نسخةِ نوافذَ برنامج EAGLE، إلا أن الاختلافات عن برنامج التشغيل لاينكسِ تكون أقل ما يمكن.

١-٢ لماذا تم اختيار هذا البرنامج:

لا يخفي على القارئ أن اختياري لهذا البرنامج جاء نتيجة لذكاء القائمين على تسويق هذا البرنامج حيث يتوافر على موقع تسويق البرنامج على شبكة المعلومات الدولية نسخة من البرنامج بإمكانيات محدودة يطلقون عليها النسخة الخفيفة للدعاية للبرنامج كما يوجد معها الكتالوجات الخاصة بشرح تشغيل هذا البرنامج . ولذا آثرت الكتابة عن هذا البرنامج بعد تجميع مصادر وثائقية مختلفة إضافة إلى خبرة العمل به في مجال تصميم الدوائر المطبوعة. وإضافة لما سبق من توافر النسخة الخفيفة على الشبكة الدولية للمعلومات مما يعطي الفرصة للقارئ أن يقوم بتحميل أو إنزال هذه النسخة مجانا و ممارسة العمل عليها بمساعدة هذا الكتاب.

هذا من ناحية و من ناحية أخرى فإن هذا البرنامج يعتبر من البرامج الصناعية ذات الملفات المطلوبة في مراحل تصنيع الدوائر المطبوعة فآثرنا أن يكون لدى القارئ بعداً آخر يضفى عليه المقدرة في فهم مخرجات هذا البرنامج لخدمة مراحل إنتاج الدوائر المطبوعة.

١-٣ درجة تأهيل مستخدم البرنامج :

يجب على مستخدم هذا البرنامج أن يكون مؤهلاً للعمل عليه . فيشترط عليه أن يكون قد قطع شوطاً ليس بقليل في دراسة العناصر الإلكترونية والتكنولوجيات المختلفة المستخدمة في تصنيعها. و كذلك أن يكون على دراية بالنظريات الكهربائية وكذا نظريات الدوائر الإلكترونية.

وفي مجال التجميع الإلكتروني يجب أن يكون ملماً بقواعد التصميم و التجميع وأن يكون لديه حس فني عند إرساء قواعد التصميم والتجميع للأجهزة الإلكترونية.

فالكثير ممن ليس لديهم أدنى فكرة عن فن التجميع الإلكتروني يقعون في أخطاء فادحة. (اقتني كتاب " تكنولوجيا الورش الإلكترونية وكتاب تكنولوجيا التثبيت السطحي للعناصر الإلكترونية " لنفس المؤلف)

ونظراً لأن هذا البرنامج يختص بعملية تصميم لوح الدائرة المطبوعة ، فلا يجب بالمرة تخيل أن الدائرة التخطيطية المرسومة أو المطبوعة على الورق هى كلها بل وكل عناصرها يجب أن تثبت على لوح الدائرة المطبوعة وهذا يؤدي بك إلى الوقوع في الخطأ الفادح . ففي هذه الدائرة التخطيطية ربما يوجد عنصر لابد أن يثبت على واجهة الجهاز لغرض التشغيل و بالتالي يكون له تكوين ميكانيكي يمكنه من التثبيت والتشغيل على واجهة الجهاز. أو أن يكون هناك عنصر كبير الحجم والوزن مثل محول القدرة الكهربائية المستخدم في دوائر التغذية لأى جهاز إلكتروني، هذا المحول لا يمكن تثبيته على لوح الدائرة المطبوعة .

و على ذلك عند قراءة الدائرة التخطيطية الموجودة على الورق يجب تنقيتها من كافة العناصر التي لها تثبيت مستقل خارج لوح الدائرة المطبوعة . حيث يتم رفعها خارج الدائرة التخطيطية ويعاد رسم الدائرة التخطيطية مرة أخرى على محرر الشكل التخطيطي واستبدال العناصر المرفوعة بوسائد أو مقابس تمكننا بعد ذلك من التوصيل السلكي بين هذه الأطراف على اللوح و بين العناصر المرفوعة و المثبتة في واجهة الجهاز أو في أى مكان آخر بكابينة الجهاز.

١-٤ المصطلحات الفنية Technical Terms :

في هذا الكتاب، وكذا في وظيفة طلب المساعدة، وفي البرنامج نفسه يتم استخدام بَعْض المصطلحات الفنية ، يَجِبُ على مستخدم البرنامج التعرف عليها جيداً حتى يمكنه التعامل مع هذا البرنامج دون الوقوع في خطأ الالتباس و تداخل المعاني الفنية وهى كما يلي :

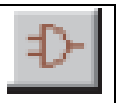
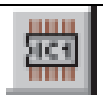
الكائن الرسومي Object :

و هو عبارة عن جميع الأشكال المستخدمة في المكتبات و الدوائر التخطيطية والدوائر المطبوعة، من أسلاك و عناصر و أقواس و نقاط لحام...الخ.

نبيطة Device:

هو التعريف الكامل للعنصر في مكتبة العناصر بالبرنامج (يمكن أن يشتمل على عدد من الوظائف المتماثلة-مثلاً عدد من البوابات المنطقية ذات النوع الواحد ...).

التعريف الكامل لأي عنصر هو النبيطة حيث يشمل التغليف package و الرمز البياني symbol. جاءت الكلمة تصغير لكلمة نبطة (استنباط) و معناها أداة تحتوى على تركيبة داخلية من وظائف متماثلة وتقوم بوظيفة معينة و مثال على ذلك الدائرة المتكاملة 4011 فهى تتكون من أربعة بوابات منطقية NAND –الرمز لها هو رمز البوابة المفردة NAND –أما النبيطة فهى الدائرة المتكاملة المتكونة من أربعة بوابات- و التغليف هو شكل الدائرة المتكاملة من الخارج و بيان أطرافها الدبوسية و الأشكال التالية تعطي المعنى :

 الرمز Symbol	 التغليفPackage	النبيطة Device

الرمز Symbol:

التمثيل البياني للعنصر المستخدم في الشكل أو الرسم التخطيطي (النظري) ، وهو مخزن في مكتبة البرنامج. وتصميم هذا الرمز يعطي معنى مختصر لوظيفة العنصر.

التغليف Package:

هو شكل وحجم المجسم العملي لعنصر عند أحد مساقطه الهندسية أو هو شكل أثر القدم (شكل توزيع أطراف الهبوط للعنصر –أو شكل توزيع الوسائد للعنصر) وتخزن هذه الأشكال في مكتبة البرنامج . وهو الشكل العملي الذي يظهر به العنصر على سطح لوح الدائرة المطبوعة أو الذي يظهر به من ناحية المسارات و الوسائد النحاسية.

مجموعة نبائط Device Set:

تتضمن مجموعة مِن النبائط التي تَستعملُ نفس الرموزِ البيانية في الدوائر التخطيطيةِ إلا أن لَهُا تغيرات في التغليف أو في تكنولوجيات التصنيع المختلفة.

الدائرة التخطيطية(النظرية) Schematic circuit:

هي الدائرة النظرية التي يستخدم فيها الرموز البيانية symbols للعناصر الإلكترونية و الأجزاء الكهربائية، ومنها نستطيع قراءة وظيفة الدائرة و التعرف على العناصر .

لوح الدائرة المطبوعة Printed circuit board, Layout :

هو الدائرة التنفيذية أو العملية أو الصناعية للدائرة التخطيطية. و هي عبارة عن لوح على إحدى وجهيه أو على كلاهما طبقة نحاسية يتم تشكيلها لتأخذ شكل مسارات التوصيل للدائرة التخطيطية. و يتم توصيل أطراف أغلفة Packages العناصر الإلكترونية الحقيقية على نقاط لحام على الواجهة النحاسية تسمى وسائد pads.

السلك الهوائي Airwire :

هو عبارة عن توصيل غير موجه Unrouted connection مطاطي الصفة، يستخدم في مرحلة بداية تنفيذ لوح الدائرة المطبوعة كتوصيل مؤقت بين عناصر الدائرة المطلوب تنفيذها حيث يمكن القائم بالتصميم من تحريك العناصر و ترتيبها داخل حيز اللوح. وتظهر هذه الخطوط في صورة سلوك هوائية مطاطية حيث يمكن أن تتقاطع. كما تظهر هذه الخطوط الهوائية في الطبقة الغير موجهة Unrouted layer (= الخاصية المطاطية).

موجه توصيل المسارات الآلي Autorouter :

و هو الإجراء الذي يتم لتوجيه توصيل المسارات النحاسية بصورة أمثل في لوح الدائرة المطبوعة و التي تناظر توصيلات الدائرة التخطيطية.

توجيه توصيل المسارات النحاسية Routing:

و هي الوظيفة التي يقوم بها البرنامج لتحويل الأسلاك الهوائية المتقاطعة ، في محرر تخطيط الدائرة المطبوعة ، إلى مسارات نحاسية غير متقاطعة. و يمكن أن تتم هذه العملية يدوياً، باختيار الأسلاك واحداً تلو الآخر وتحويلها، أو باستخدام معالج توجيه التوصيل Autorouter.

فحص الارتباط(الاتساق) Consistency Check :

يجب أن تكون الدائرة التخطيطية (الشكل النظري) و مخطط لوح الدائرة المطبوعة (الشكل التنفيذي) لدائرة ما مترابطين بشكل صحيح، و ذلك تمهيداً لتحقيق خاصية الملاحظات التفسيرية للأمام & للخلف : Forward & Back Annotation . وهذا الترابط يعني وجود تكافؤ في العدد بين أجزاء وعناصر الدائرة التخطيطية والوصلات من جهة، وبين عناصر وإشارات الدائرة المطبوعة من جهة أخرى.

رمز حلقي Annulus Symbol :

حلقة العزل التي ترسم في طبقة التغذية أَو في المساحة المملؤة بالنحاس.

ثقب العبور Via :

هو عبارة عن ثقب مطلي من الداخل لتغيير طبقة مسار (لربط مسار في طبقةٍ إلى مسار في طبقة أخرى) . راجع أيضاً ثقب العبور الدقيق micro via، ثقب العبور المستور blind via، و ثقب العبور المدفون buried via.

ثقب العبور المستور Blind Via :

هو عبارة عن ثقب مطلي من الداخل لربط مسار في طبقةٍ إلى مسار في طبقة أخرى ويبدأ من طبقة القمة أو طبقة القاع و لا يمر خلال كُلّ الطبقات (ليس ثقباً نافذاً للوح الدائرة المطبوعة) في عملية الإنتاج للوح الدوائر المطبوعة المتعدد الطبقات.

ثقب العبور المدفون Buried Via:

هو عبارة عن ثقب مطلي من الداخل،و يقوم بتوصيل طبقتين داخليتين inner layers أو أكثر و لا يصل الطبقات الخارجية (القمة و القاع) و لا يمكن رؤيته من أحد جوانب لوح الدائرة المطبوعة، و لا يصل كل الطبقات في كل اللوح.

ثقب العبور الدقيق Micro Via :

ثقب مطلي من الداخل (مثل ثقب العبور المستور) بقطر ثقب صغير نسبياً حيث يقوم بتوصيل الطبقة الخارجية مع الطبقة الداخلية التالية.

اللب Core :

هى طبقة عازلة يثبت على وجهيها طبقتين من النحاس أو طبقة واحدة على أحد وجهيها و يستخدم هذا المصطلح مع تنفيذ ألواح الدوائر المطبوعة المتعددة الطبقات.

الطبقة الرغوية العازلة Prepreg:

و هى طبقة عازلة رغوية (لاصقة بفعل الحرارة و الضغط)-(أو هى ألواح من الألياف الزجاجية المنقوعة في مادة لاصقة جزئياً) تقوم بالربط بين مجموعات اللب (مجموعة اللب = لب +طبقة أو طبقتان من النحاس على أحد الأوجه أو على الوجهين) أو بالمعنى العام تقوم بالربط بين طبقات لوح الدائرة المطبوعة متعددة الطبقات .

فحص قاعدةِ التصميمِ : Design Rule Check (DRC)

يُمْكِنُ لبرنامج EAGLE أَنْ يحدد حالات انتهاك بَعْض قواعدِ التصميمِ للوح الدائرة المطبوعة (ومثال على ذلك: -إذا حدث و تداخل اثنان من المسارات المختلفة أو اقتربا جداً من بعضهما) بالقيام بتطبيق قواعد التصميم الصحيحة على الرسم و لفت الانتباه لأي مخالفة.

فحص القاعدةِ الكهربائيةِ : Electrical Rule Check (ERC)

يُمْكِنُ لبرنامج EAGLE أَنْ يحدد حالات انتهاك بَعْض القواعدِ الكهربائيةِ (ومثال على ذلك: - إذا تم توصيل مخرجين للدائرة معاً) وذلك بقيامه بالفحص للقواعد الكهربائيةِ الصحيحة و التنبيه عن أي خطأ يحدث. ويمكنه أيضاً فحص أتساق أو ترابط الشكل

التخطيطي (النظري) وتخطيط لوح الدائرة المطبوعة (الشكل التنفيذي أو العملي أو الصناعي).

التثقيب أو الثقب Drill:

تنفيذ التثقيب خلال لوح الدائرة المطبوعة (في الوسائد pads و ثقوب العبور vias) أو تنفيذ ثقوب (مطلية) خلال طبقات موصولة معاً للوح دائرة مطبوعة متعددة الطبقات.

فتحة Hole:

ثقب غير مطلي في تخطيط لوح الدائرة المطبوعة. (ومثال على ذلك: - فتحة أو ثقب تثبيت شيء في اللوح أو تثبيت اللوح في الكابينة).

الملاحظات التفسيرية للأمام & للخلف : Forward & Back Annotation

للبرنامج إمكانية تحويل كل الأفعال التي تتم في الدائرة التخطيطية (النظرية) على خط ساخن بينها و بين تخطيط لوح الدائرة المطبوعة (الشكل التنفيذي-العملي الصناعي) (و بالتقييداتِ مِنْ تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة إلى الدائرة التخطيطيةِ). كلا الملفين متسقان و مترابطان طول الوقت .

البوابة Gate:

يستخدم مصطلح البوابَة في هذا الكتاب للتعبيرَ عن جزء من العنصر يُمْكِنُ وَضعَه بشكل منفرد على الشكل التخطيطي. وهذا يُمكنُ أَنْ يَكُونَ أحد بوابات الدائرة المتكاملة TTL، أو زوج من نقط تماس متمم (مرحل أو مجدد Relay)، أو مقاومة منفردة من مصفوفة مقاومات.

إرتصاص (تكدس) الطبقات Layer Stack :

هو عملية رص طبقات اللوح المطبوع من الطبقات العازلة و الموصلة و الرابطة المستخدمة لبناء لوح الدائرة المطبوعة.

الوسادة (نقطة اللحام) Pad :

و هى عبارة عن نقطة لحام أو مكان لحام طرف العنصر على الطبقة النحاسية للوح الدائرة المطبوعة سواءً المثقبة منها (THM) أو غير المثقبة (SMD) .

إزاحة الثقب عن مركز الوسادة Breakout :

هو التسجيل الرديء بين الثقب و الوسادة على لوح الدائرة المطبوعة للدرجة التي يكون فيها الثقب ليس في مساحة الوسادة النحاسية.

الطرف الدبّوسي Pin :
هو عبارة عن نقطة اتصال على الرمز البياني للعنصر المستخدم في الشكل التخطيطي.

توزيع الثقوب Rack :
جدول بإحداثيات الثقوب يستخدم مع ماكينات الثقب. و هو مطلوب لتَوليد بيانات الثقب.

حساب الأ خوال الأقصر للخطوط الهوائية Ratsnest:
هو أمر حِساب أطوال الخطوط الهوائية الأقصرِ airwires و تنفيذها.

الطوق النحاسي Restring:
المحافظة على عرض حلقة النحاس حول ثقب الوسادة أو العبور المطلي من الداخل.

الحلقة المتبقية Annular Ring :
هى المساحة النحاسية المتبقية من الوسادة بعد ثقبها.

الإشارة Signal:
مسار التوصيل الكهربائي للإشارة في لوح الدائرة المطبوعة.

رمز التغذية Supply Symbol:
يُمثّلُ إشارة تغذية في الدائرة التخطيطية. حيث يتجاوب معها الفحص للقواعد الكهربائية ERC.

لغة المستعملِ User Language:
لغة تشبه لغة السي و هي قابلة للبرمجة بحرية لاستيراد وتصديرِ البياناتِ.

فتحة خباعة ضوئية Aperture :
هو وصف لشكل و مقاس أداة تستخدم في طباعة الوسادة أو المسار. و قد استنتج هذا المصطلح الفني منذ أيام الرواسم الضوئية vector photoplotters ، حيث كان يعرض

الفيلم الحساس لضوء الشمس من خلال فتحات بأشكال معينة موزعة على محيط قرص حيث عرف باسم " عجلة الفتحات aperture wheel "

كل فتحة تناظر تشفير D مختلف في بيانات جربر (بيانات صناعية تقوم بتشغيل ماكينات CNC) . و اليوم تستخدم الرواسم أشعة الليزر الدقيقة في الطباعة على الفيلم الحساس و لكن مازال المصطلح Aperture يستخدم حتى يومنا هذا.

العجلة Wheel :
ملف ترتيبِ الفتحات في لوح الدائرة المطبوعة. وهى تعرف بِبياناتِ جربر Gerber data و تستخدم في مرحلة التصنيع للوح .

قائمة الفتحات Aperture List :
هى عبارة عن قائمة بمقاسات و أشكال لوصف الوسائد و المسارات المستخدمة لإنشاء طبقة من طبقات اللوح المطبوع.

الوصلات الشبكية Net:
عبارة عن مسارات التوصيل الكهربائي في الدائرة التخطيطية.

المسار العمومي Bus:
هو المسار الذي يضم عدد كبير من التوصيلات الكهربائية المتجاورة. و عادة يستخدم في خطوط نقل البيانات Data أو خطوط العناوين Address....الخ.

السلك Wire:
هو عبارة عن التوصيل الكهربائي في لوح الدائرة المطبوعة، أَو عبارة عن خَطّ هندسي (حيث أن الخطوطِ يتم رسمها بالأمر WIRE).

المسار النحاسي Track :
هو المسار النحاسي الناتج من عملية تشكيل الطبقة النحاسية للوح الدائرة المطبوعة. ويتوقف عرض هذا المسار على قيمة التيار المار فيه و على ذلك يوجد منه أنواع. و يتم تخطيط و توجيه هذه المسارات إما يدوياً أو آلياً بواسطة الموجه الآلي.

عناصر التثبيت السطحي Surface Mount Devices (SMD) :
و هى التكنولوجيا الأحدث لصناعة و تجميع العناصر الإلكترونية ، حيث يمكن تصنيع كافة العناصر بهذه التكنولوجيا سواءً المقاومات أو المكثفات أو

الترانزستورات أو الدوائر المتكاملة ..الخ. و تمتاز هذه العناصر بصغر حجمها مقارنة بالعناصر التقليدية.

لوح خباعة ضوئية Artwork :

هى أداة ضوئية تستخدم لإنشاء الطبقات المختلفة خلال مراحل تصنيع ألواح الدوائر المطبوعة.

اللوح العريان Bare Board :

هو لوح الدائرة المطبوعة الذي تم الانتهاء من تصنيعه و لكن لم يتم تجميع و لحام العناصر عليه.

اللوح الخام Board :

هو اللوح الذي لم يتم تشكيل مساراته و وسائده بعد .

المادة الأساسية Base Material :

هى المادة العازلة المستخدمة كبنية تحتية Substrate أو كقاعدة إنشائية foundation لشكل توصيلات الدائرة المطبوعة.

خبقة النحاس الأساسية Base Copper :

هو الطبقة النحاسية الرقيقة الملتصقة على سطح المادة الأساسية و التي يتم تشكيلها بشكل المسارات و الوسائد المعبرة عن توصيلات الدائرة الالكترونية. يمكن أن يلصق طبقة نحاس أساسية واحدة على أحد أوجه المادة الأساسية أو على وجهيها.

فاتورة المواد Bill of Materials (BOM) :

هى عبارة عن وثيقة تتضمن : عدد الأجزاء و الكميات المطلوبة و وصف العناصر والقيم و النوع أو المقاس ، و المسمى المرجعي للصانع أو الشركة.

النموذج الأولي Prototype :

النموذج الأولي لأى دائرة أو جهاز هو إجراء كل خطوات التصنيع و التجميع لوحدة واحدة لدراسة أسهل السبل و استكشاف المشاكل التي قد تقابلنا في عملية التصنيع. بعد نجاح تصنيع و تجميع النموذج الأولي يمكن تصميم خط إنتاج و تجميع هذه الدائرة أو الجهاز في زمن قياسي.

التقنطر Bridging :
هو تكون مادة اللحام بين المسارات أو الوسائد مسببةً قصر في الدائرة.

الشطف Chamfer :
هو تشكيل الأركان للتخلص من الحواف الحادة .

المسافة البينية للموصل Conductor Spacing :
هى المسافة بين المسارات على لوح الدائرة المطبوعة.

الممانعة المحكومة Controlled impedance :
هى العملية التي تعطي الدائرة قيمة الممانعة الصحيحة. سوف يحدد مهندس التصميم ممانعة المسار المطلوبة. و على ذلك، سوف يتم اختيار الإنشاء الصناعي المناسب عند عرض مسارات مناسب و مسافات بينية للطبقة في التصميم لكي تتوافق مع الممانعة المطلوبة

الدائرة الإلكترونية Electronic Circuit :
هى عبارة عن مجموعة عناصر كهربية و الكترونية تم التوصيل بينها لتكوين مسار مقفل أو أكثر لأداء وظيفة كهربية أو إلكترونية مرغوبة.

لوح الدائرة مفرد الجانب Single-sided board :
هو عبارة عن لوح الدائرة المطبوعة ذو الطبقة النحاسية المفردة على أحد جانبيه.

لوح الدائرة مزدوج الجانب Double-sided board :
هو عبارة عن لوح الدائرة المطبوعة ذو الطبقتين النحاسيتين على كلا جانبيه ، ولا يتضمن طبقات داخلية inner layers .

لوح الدائرة متعددة الطبقات Multilayer board :
هو عبارة عن لوح الدائرة المطبوعة ذو الطبقات النحاسية المتعددة ، و يتضمن طبقات داخلية inner layers .

جدول التثقيب Drill Table :
هو وصف لمقاسات الثقوب المستخدمة لإنشاء لوح الدائرة المطبوعة. الثقوب تكافئ قائمة الفتحات aperture list .

المرادف للوسادة Flash=pad :

و هو مصطلح آخر لكلمة pad أتى منذ أيام الرواسم الضوئية vector photoplotters ، حيث كان يتم رسم المسارات ، و كان يتم توميض الوسادة . راجع تعريف الوسادة.

بيانات جربر Gerber Data :

هى نوع من البيانات تتكون من أوامر بيانية graphic ، عادة تصف كيفية رسم صورة الدائرة . و هى مخصصة لتوجيه الراسم الضوئي photoplotter ، و هى صيغة أكثر شيوعاً لنقل البيانات من نظم تصميم الدوائر المطبوعة بمساعدة الحاسب PCB CAD إلى العمليات الصناعية . و بيانات جربر هذه تم تسميتها تجارياً بالمسمى RS-274-D (بدون embedded aperture codes) و RS-274-X (مع embedded aperture codes)

مستوى أو مسطح الأرض Ground Plane :

كتلة المعدن الكبيرة نسبياً على لوح الدائرة المطبوعة تستخدم كأرض كهربية أو حجاب.

الطبقة الداخلية Inner Layer :

هى عبارة عن الطبقات الداخلية لألواح الدوائر المطبوعة المتعددة الطبقات و هى دائما ملتصقة بطبقة اللب العازلة . هذه الطبقات يمكن أن تستخدم كطبقات مسارات tracks أو مسطحات أرضية ground plane .

الطبقة الخارجية Outer Layer :

هى عبارة عن طبقتى القمة Top و القاع Bottom لألواح الدوائر المطبوعة المتعددة الطبقات. هاتان الطبقتان تستخدمان دائماً كطبقات مسارات tracks.

شكل الهبوط Landing Pattern :

و هى عبارة عن مجموعة الوسائد الموصولة بالدائرة المطبوعة و المهيأة لمقابلة أو لتوصيل الأطراف الدبوسية للعنصر المراد ربطه على الدائرة المطبوعة.

الراسم الضوئي Photoplotter :

هو عبارة عن آلة تقوم بتوليد الصور الفوتوجرافية بتوجيه شعاع ضوئي محكوم يتعرض له مباشرة مادة حساسة للضوء (الفيلم الحساس).

معالم البرنامج

٢-١ الوحدات الأساسية للبرنامج :

جدير بالذكر أن هناك عدد مِنْ إصدارات برنامج EAGLE قد تم عرضها مثلها مثل أي برنامج تخصصي. و على ذلك يُمْكِنُك إضافة وحدة الموجه الآلي Autorouter و/ أو وحدة الرسم التخطيطي Schematic diagram Module إلى محرّرِ تخطيطَ لوح الدائرة المطبوعة Layout Editor.

و تستخدم كلمة module لأن برنامج EAGLE دائم التصرف كبرنامج مفرد أحادي. ويجدر بالذكر أنّ وصلةَ أو واجهة المستعملَ user interface متماثلةُ لكُلّ أجزاء البرنامجِ.

٢-١-١ محرّر تخطيطَ اللوح Layout Editor ، الوحدة الأساسية Basic Module :

تَأتي مجموعةُ برامج EAGLE الأساسيةِ مَع محرّرِ تخطيطَ اللوح (محرر الرسم التنفيذي) Layout Editor،حيث يَسْمحُ لك بتَصميم البطاقات الإلكترونيةِ المطبوعةِ (pcbs)، بالإضافة إلى محرر المكتبة Library Editor، ومعالج CAM Processor، ومحرّر النَصَّ text editor. يُمْكِنُك مَع محرّرِ المكتبةَ Library Editor أَنْ تُصمّمَ أغلفة packages العناصر النادرة أو الغير موجودة في المكتبة الحالية بالبرنامج (طبعات القدم footprints)، وكذا الرموز symbols و النبائط devices. أما معالجَ CAM فهو عبارة عن البرنامجُ الذي يُولّدُ بيانات الخرج لإنتاجِ pcb (ومثال على ذلك: - ملفات جربر Gerber أَو ملفات الثقبِ). و من المحتملُ أيضاً استعمال برامجِ لغةِ المستعملِ User Language programs و ملفاتَ المخطوطات.

٢-١-٢ وحدة الرسم التخطيطي Schematic Module :

إذا كان لديك وحدةُ الرسم التخطيطي (النظري) Schematic Module يمكنك البدء برسم الدائرةِ النظرية. كما يُمْكِنُك أَنْ تُولِّدَ البطاقة الإلكترونيةَ المرتبطةَ في أي وقت مَع النقر على الفأرة. من ثمّ يَتحول برنامج EAGLE إلى محرّرِ تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة، حيث يتم وضع الأغلفة تالياً على لوح الدائرة الفارغ - الموصولَ عن طريق الأسلاك الهوائية airwires (أربطة مطاطية). ومِنْ هنا يُمْكِنُك أَنْ تَستمرَّ في التَصميم مع محرر تخطيطِ اللوح Layout Editor كالمعتاد. الرسم التخطيطي (النظري) وتخطيط اللوح (الرسم التنفيذي-العملي-الصناعي) يَبْقيان ثابتين آلياً بواسطة برنامج EAGLE (خاصية الملاحظات التفسيرية الأمامية & الخلفية). يمكن أن يتضمن الشكل التخطيطي عدد من الصفحات حتى ٩٩ صفحة sheets.

٢-١-٣ الموجه الآلي لتوصيل المسارات النحاسية Autorouter :

يُمْكِنُك أَنْ تُوجّهَ الأسلاك الهوائية airwires آلياً للحصول على شكل المسارات النحاسية إذا كنت تَمتلكُ وحدة التوجيه الآلي Autorouter. يُمْكِنُك أَنْ تَختارَ وصلات شبكية وحيدةَ، أو مجموعات من الوصلات الشبكية أَو كُلّ الوصلات الشبكية لمرور التوجيه الآلي (أمر AUTO). سَيُعالجُ البرنامج أصناف أو فئات الشبكةِ المُخْتَلِفةِ التي لها أعراض مسار مختلفة و أدنى خلوص.

٢-٢ إصدارات مختلفة للبرنامج :

يقدم برنامج EAGLE فئات ذات أداء أو أسعار مختلفة (إصدارات) تسمى : الإصدار الخفيف Light، الإصدار القياسي Standard، الإصدار الاحترافي Professional. الإمكانيات المذكورة في هذا الكتاب دائماً منسوبة إلى الإصدار الاحترافي .

٢-٣ متطلبات النظام:

برنامج EAGLE عبارة عن محرّر رُسوماتِ قوي لتصميمات لوح الدائرة المطبوعة boards والدائرة التخطيطية schematics. و لتشغيل برنامج EAGLE لابد من توفير التالي :

- جهاز حاسب متوافق مع حاسبات IBM الشخصية (جيل ٥٨٦ و الأجيال التي تليه) مَع
- نوافذ ME/٩٨/٩٥ ، نوافذ NT4/2000/XP أَو
- لاينكس مستند على kernel 2.x, libc6 and X11 مَع أدنى عمق لوني مِنْ ٨ bpp،
- قرص صلب بحَدّ أدنى 50 Mbyte ذاكرةً،

•أدني درجة تحليل بياني ١٠٢٤×٧٦٨ نقطة شاشة، و
• من المفضل توافر فأرة بثلاثة أزرار .

٢-٤ النسخة المحترفة Professional Edition

٢-٤-١ نظرة عامة

• منطقة رسم قصوى ٦٤ x ٦٤ بوصة (حوالي ١٦٠٠ x ١٦٠٠ مليمتر)
• درجة التحليل ١/١٠.٠٠٠ مليمتر (٠.١ ميكرون)
• شبكة رسم بياني Grid مقسمة بوحدات البوصةَ أو المليمترَ
• حتى ٢٥٥ طبقةِ، باستخدام ألوان للتعريف
• ملفات أوامر (ملفات مخطوطةِ Script)
• لغة استخدام تشبهِ لغة السي لاستيراد وتصديرِ البياناتِ
• تَحرير مكتبةِ بسيطِ
• تركيب المكتبات المعرّفة من قبل المستعملِ بالعناصرِ الحاليةِ بواسطة السحب والإسقاط Drag&Drop
• التوليد السهل لمتغيرات الرموز الجديدةِ مِنْ أيّ مكتبة بواسطة السحب و الإسقاط
• دوران حر لمتغيرات الرمز (٠.١ درجةِ للخطوة)
• متصفّح مكتبةِ بوظيفةِ بحثِ قويَّةِ
• دعم صفات التكنولوجيا (ومثال على ذلك: 74L00، 74LS00)
• توليد مخرج الرُسوماتِ البيانية بالإضافة إلى مخرج التصنيع والاختبار بمعالجِ CAM أو بوظيفة طلب المساعدة للغة المستعملَ
• مطبوعات عن طريق سواقِة طابعةِ
• مستعمل قابل للتعريف، لغةَ مستعملِ قابلة للبرمجةِ لتَوليد البياناتِ للربط مع الماكينات، أو أجهزة الاختبار، أو ماكينات التفريز أو أيّ صيغة بياناتِ أخرى
• توليد قائمة أجزاء partlist بدعم قاعدةِ البيانات (bom. ulp)
• وجود لوحة تحكم للسحب و الإسقاط
• وظيفة النسخ الآلي

٢-٤-٢ محرّر تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة Layout Editor

• دعم كامل لعناصر التثبيت السطحي SMD
• دعم لثقوب العبور و الغير ظاهرة vias
• دوران العناصرِ عند زوايا اختيارية(٠.١ درجة للخطوة)
• يُمْكِنُ وْضَعَ النصوص texts في أيّ اتجاه

• حساب ديناميكي لخطوطِ الإشارة بينما توجه مسارات التوصيل في تخطيطِ الدائرة المطبوعة
• يُمكنُ وضع المسارات بأركان دورانية عند أى نصف قطر
• التشطيب mitering لتنعيم حواف معدن نقط توصيل السلك
• فحص قاعدة التصميم Design Rule Check لمخططاتِ اللوحةِ (عمليات الفحص ومثال على ذلك: - التداخلات، قياس نقط اللحام (الوسائد) أو المساراتِ)
• صب النحاس (السهول أرضية)
• دعم متغيرات الرمز

٢-٤-٣ وحدة الرسم التخطيطي Schematic Module

• إمكانية توزيع رسومات الدائرة التخطيطية حتى ٩٩ لوحة
• نَسْخ بسيط للأجزاءِ (العناصر)
• الترابط الدائم بين ملفي الدائرة التخطيطية و لوح الدائرة المطبوعة
• التوليد الآلي للوح الدائرة المطبوعة
• التوليد الآلي لإشارات التغذية Supply Signal (خاص بالدوائر المتكاملة)
• فحص القواعد الكهربائية Electrical Rule Check (فحص الخطأُ في الدائرة التخطيطيةِ و الفحص الإتساقِى بين الشكل التخطيطيِ وتخطيطِ الدائرة)

٢-٤-٤ وحدة التوجيه الآلي للمسارات Autorouter

• متكامل كلياً في البرنامج الأساسيِ
• يَستعملُ قواعدَ تصميم التخطيطَ
• يمكنه التغيير بين التوجيه اليدوي والآليِ في أي وقت كان
• لديه إمكانية خوارزميةً ripup إزالَة و إعادة بناء المسارات
• إستراتيجية المستعملِ القابل للتعريف بعواملِ التكلفة
• تخطيط المسارات في التخطيط الشبكي البياني حتى ٠.٠٢ مليمترِ (حوالي ٠.٨ mil)
• لا قيودَ لترتيب العناصر أو تنسيب العناصر
• حتى ١٦ طبقةِ إشارة قابلة لتوجيه مساراتها
• حتى ١٤ طبقةِ تغذية
• دعم كامل لثقوب العبور و الغير ظاهرة (المستورة) والمدفونة
• يَأْخذُ في الاعتبار أصنافَ الإشارات المُخْتَلِفةَ

٢-٥ النسخة القياسية Standard Edition

تطبق القيودُ التاليةِ على الطبعةِ القياسيةِ في محرر التخطيطِ Layout Editor :

• منطقة التخطيطَ تُحدّدُ إلى حَدّ أعلى من ١٦٠ x ١٠٠ مليمتر (حول ٦.٣ x ٣.٩ بوصة). خارج هذه المنطقةِ من غير المحتملَ وَضْع packages و رسم إشارات

• يسمح بعدد أقصى مِنْ ٤ طبقاتِ إشارة (قمة، قاع، وطبقتين داخليتين).

٢-٦ النسخة الخفيفة (برنامج مجاني) Light Edition

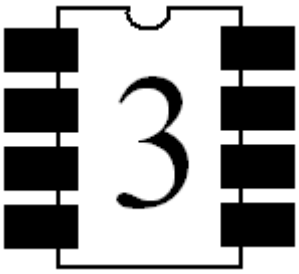
تطبق القيودُ التالية على نسخةِ البرنامج الخفيفةَ، والمتوفرة كبرنامج مجاني على شبكة المعلومات الدولية (للاختبار والتقييم):

• منطقة اللوحةَ تُحدّدُ إلى ١٠٠ x ٨٠ ملَيمتر (حوالي ٣.٩ x ٣.٢ بوصة). خارج هذه المنطقةِ من غير المحتملَ وَضْع عنصر عملي packages ورسم الإشارات.

• فقط طبقتان للإشارات يُمْكِنُ أَنْ يُستَعملا (لا طبقاتَ داخلية فقط طبقة القمة و القاع).

• أي دائرة تخطيطية يُمْكِنُ أَنْ تَشْملَ صفحةِ واحدة (one sheet). المخططات الأكبر و schematics يُمْكِنُ أَنْ يُطْبَعا بالطبعاتِ الأصغرِ. معالج CAM يُمْكِنُ أَنْ يُولّدَ بياناتِ التصنيع أيضاً.

عزيزي القارئ سوف تجد أن هذه النسخة غير مكتملة الخصائص، لأنها نسخ للعرض فقط و لدراستها تعليمياً. فمثلاً: يمكنك رسم المسارات و توجيهها في طبقتين فقط بدلاً من ١٦ طبقة. و لكن كافة الأوامر فعالة و قابلة للاستخدام. و عندما تتطلب من البرنامج أداء عمل غير مسموح في هذه النسخة من البرنامج ستظهر لك رسالة تنبهك لذلك.

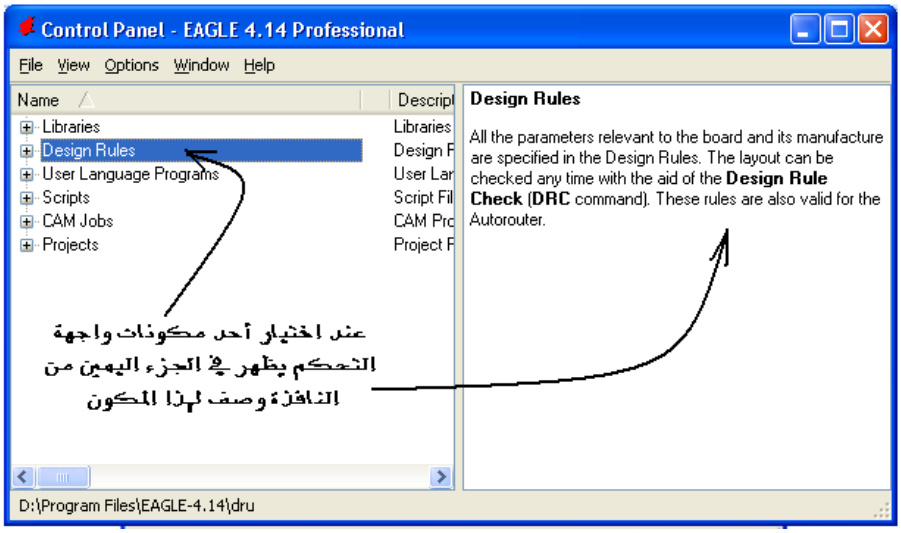


واجهة التحكم
Control Panel

٣-١ واجهة التحكم Control Panel

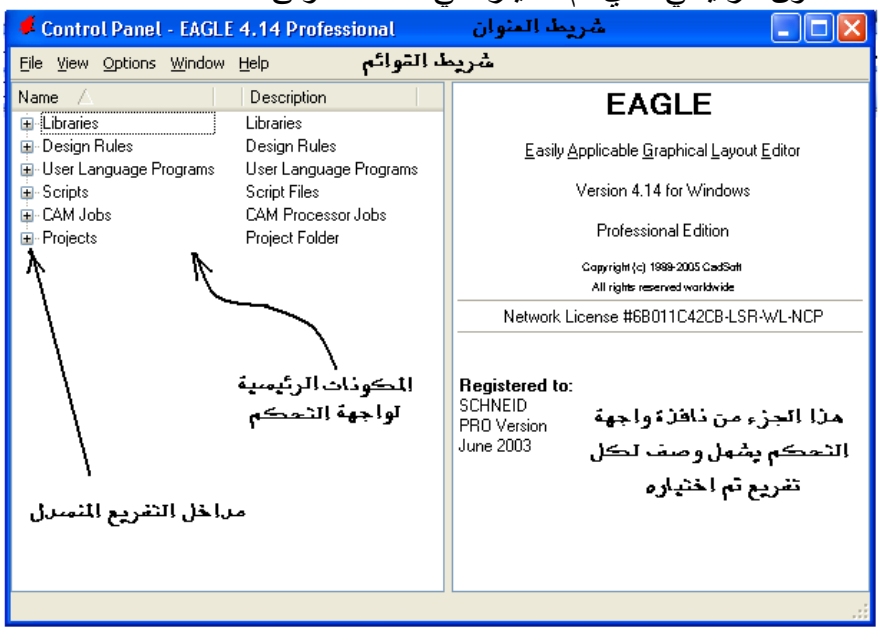
و هي الخطوة الأولى في تعلم برنامج تصميم الدوائر المطبوعة. بعد بَدْء تشغيل برنامج EAGLE، سَتُفتح واجهة التحكم Control Panel وهى تعتبر مركز تحكم البرنامج. حيث يتم ترتيب كُلّ الملفات المنسوبة إلى برنامج EAGLE فيها،كما ويمكن أيضاً تجهيز بَعْض الإعدادات الأساسيةِ هنا. و واجهة التحكم هذه تشابه نظرية عمل مدراء الملفِات الشهيرة file managers والمستخدمة من قبل تشكيلة عريضة من التطبيقات ونظم التشغيل في البرمجيات. حيث يتم عرض كُلّ ملفات برنامج EAGLE في شكل تفريع شجري. هذا التفريع يسْمحُ لك بتحميل وتسجيل المشاريعَ بالإضافة إلى إعدادِ بَعْض معاملات البرنامجِ.

تقدم نافذة واجهة التحكم أيضاً نظرة عامّةَ لبرامج لغةِ المستعمل User Language Programs (ULP)، وملفات المخطوطة Script، و شغلات أو وظائف صناعية بمساعدة الحاسب CAM jobs. ومع اختيارُ المداخلَ المُخْتَلِفةَ سَتحْصلُ على الجانب الأيمن من نافذة واجهة التحكم على وصفِ للحالة التي تم اختيارها كما بالشكل (١) .



شكل (١) يوضح وظيفة واجهة التحكم

تحتوي واجهة التحكم على شريطين أساسيين، هما شريط العنوان و شريط القوائم المنسدلة كما بالشكل (٢) وكذا نافذة تحتوي على المكونات الرئيسية و نافذة أخرى تصف المكون الرئيسي الذي تم اختياره في النافذة الأولى.

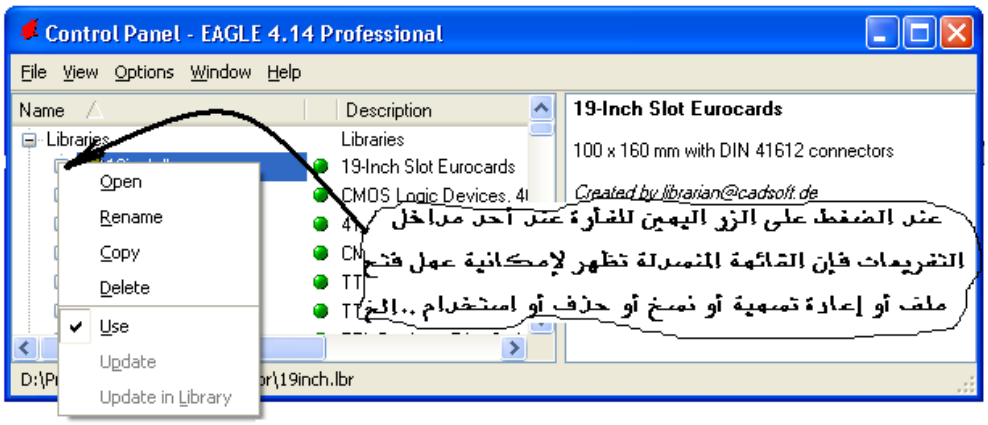


شكل (٢) يوضح مكونات واجهة التحكم

٣-٢ المكونات الرئيسية لواجهة التحكم :

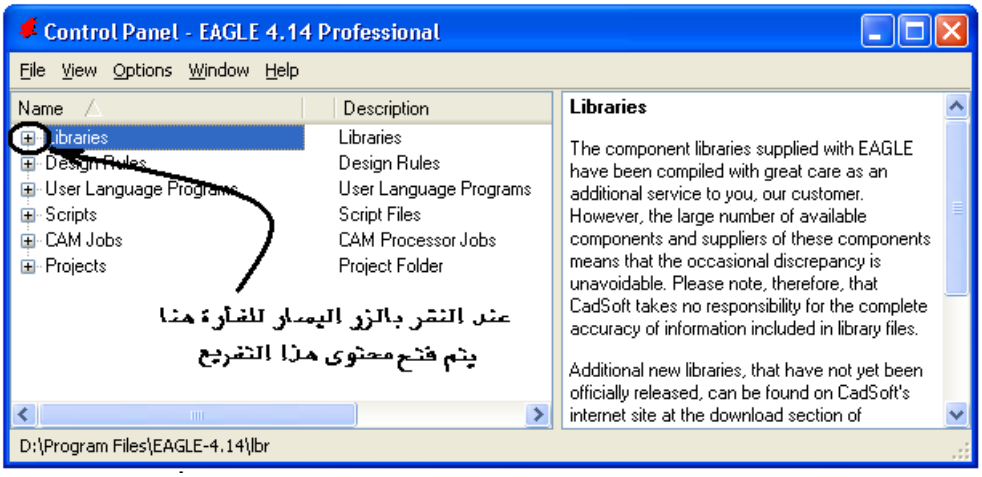
١	المكتبات	Libraries
٢	قواعد التصميم	Design Rules
٣	برامج لغة المستخدم	User Language Programs
٤	المخطوطات أو النصوص	Script
٥	وظائف التصنيع بمساعدة الحاسب	CAM jobs
٦	المشاريع	Projects

إذا قمت بالنَقْر على الزر الأيمن بالفأرة عند أحد مداخل التفريع الشجري (+ أو -)، فإن هذا يَسْمحُ لك بتَنفيذ تَشْكِيلة من الأعمالِ أو الأفعال (مثل تبديل اسم rename، نسخ copy، طباعة print، فْتحُ open، إنشاء جديد new الخ.) كما بالشكل(٣).



شكل (٣)

إذا قمت بالنقر على الزر الأيسر بالفأرة عند أحد مداخل التفريع الشجري ذات العلامة (+) فإن هذا يسمح لك بفتح محتوى هذا التفريع لتفريع أدنى لرؤية محتوياته إذا كان له محتويات مسجلة، أو عند أحد مداخل التفريع الشجري ذات العلامة (–) لغلق الملفات الفرعية) كما بالأشكال (٤،٥).



شكل (٤)

شكل (٥)

تَدْعمُ واجهة التحكم بوظيفة السحب و الإسقاط Drag&Drop بطريقة عادية. وهذا يحدث بين البرامج المختلفة. يُمْكِنُك، على سبيل المثال،أن تقوم بنَسخُ الملفاتَ، أو تحرّيكُها،أو إنشاء حلقات الوصل مع سطح المكتبِ. برامج لغة المستعمل أو ملفاتِ المخطوطةِ التي تسْحبُ بواسطة الفأرة الخارجة من واجهة التحكم و إلى نافذةِ المحرّرِ تَبْدأُ آلياً. إذا قمت، على سبيل المثال، بسْحبُ ملف لوح دائرة مطبوعة بالفأرِة إلى محرّرِ تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة، فإن الملف يتم فتحه.

تركيبة تفريعات الشجرةَ تعطي إمكانية النظرة السريعة للمكتبة ،و قواعد التصميم، وبرامج لغةِ المستعملِ، و ملفات المخطوطة، و وظائف التصنيع بمساعدة الحاسب

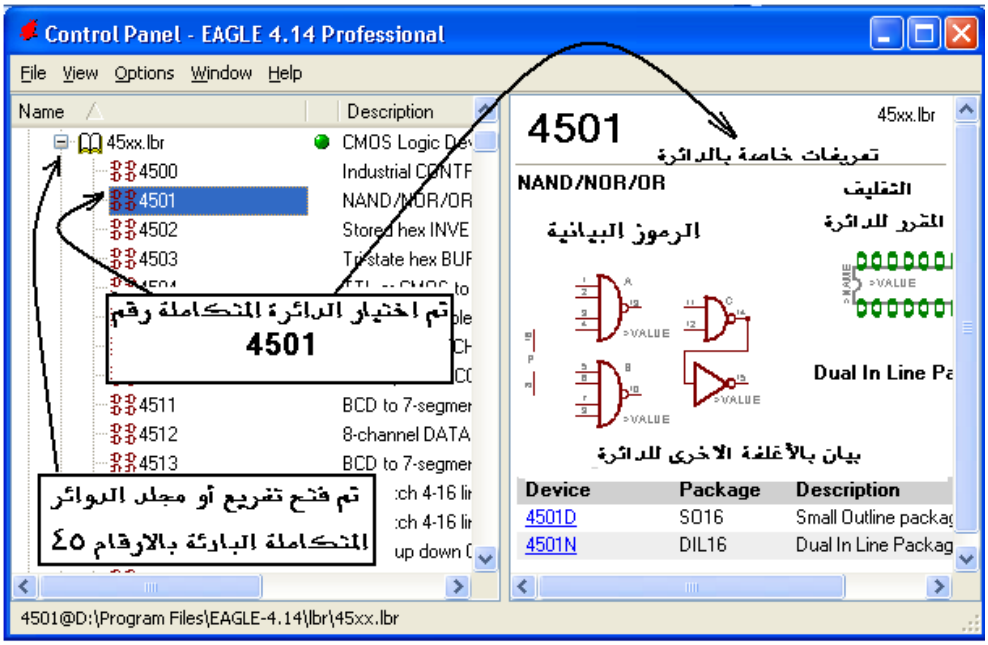
CAM والمشاريع. المكتبات الخاصة، والنَصّوص، وملفات التوثيقَ والتصنيع يُمْكِنُ أَنْ تنسب إلي أيَ مشروع بالإضافة إلى الشكل التخطيطي و تخطيط اللوح المطبوع.

٣-٣ المكتبات Libraries

تعتبر مهمة إظهار محتويات المكتبة هامة جداً. حيث يعطي هذا نظرة سريعة للبحث عن العناصر المتاحة. عند الرغبة في الوصول إلى عنصر معين،يجب النقرْ عند مدخل المكتبة الموجود فيها. حيث يتم فتح أفرع المكتبةَ، فتتمكن من رؤية محتوياتها المتاحة. في الجانب الأيمن من نافذة واجهة التحكم يمكنك الاطلاع على وصف ملخص عن العنصر المحدد على أحد أفرع أو مجلدات المكتبات.

الآن إذا قمنا بفتح المدخل الرئيسي للمكتبات بأن قمنا بالنقر على علامة (+) بواسطة الزر اليسار للفأرة سنحصل على تفريعات أو مجلدات ثانوية أو فرعية بعائلات عناصر مختلفة كما بالشكل (٦) . وإذا قمنا بتحديد أحد هذه المكتبات الفرعية أو أحد عائلات العناصر ، فسوف يظهر على الجانب الأيمن من نافذة واجهة التحكم بيانات لتعريف هذه العائلة مثلاً : مصادر هذه المعلومات و تكنولوجيا الصناعة والقائم على إعداد هذه المعلومات.

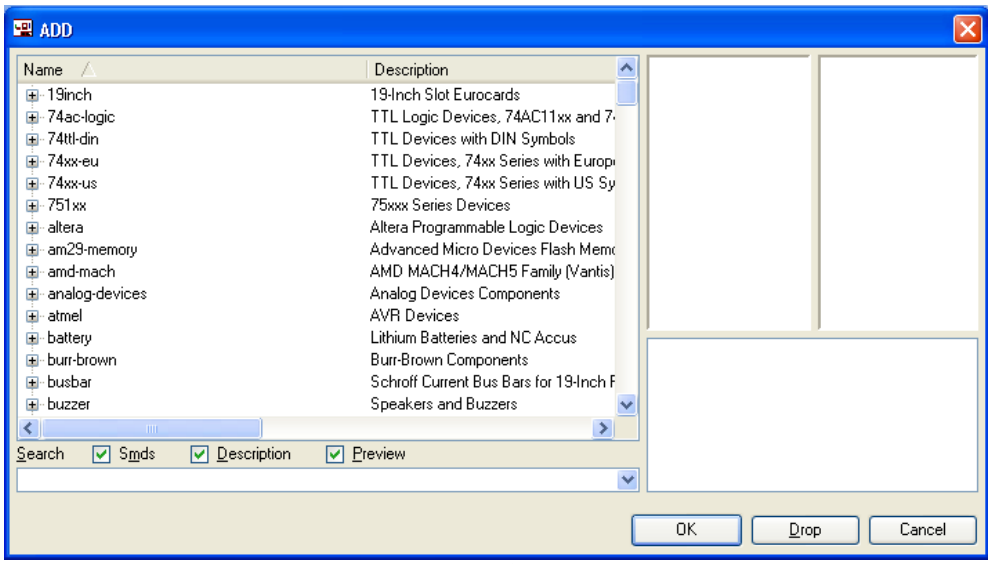
شكل (٦)



شكل (٧)

و إذا قمنا بفتح أحد هذه المكتبات الفرعية أو أحد عائلات العناصر ، فسوف يتم إسدال كافة عناصر هذه العائلة وإذا تم تحديد أحد هذه العناصر مثل الدائرة المتكاملة 4500 فإنه يظهر على الجانب الأيمن من نافذة واجهة التحكم بيانات لتعريف هذه الدائرة المتكاملة من ناحية: الرمز البياني ، و التغليف ، و بيانات عن عناصر أخرى بنفس الرقم و لكنها تختلف مع بعضها في بعض المواصفات كما يتضح بالشكل (٧).

و من ناحية أخرى،إذا تم فتح نافذة محرر الشكل التخطيطي، وتم النقر على الأيقونة ADD سوف تظهر نافذة ADD كما بالشكل (٨) التالي، قم بالنقر على علامة (+) لأحد عائلات العناصر بالمكتبات الفرعية كما بالشكل (٩)، يتم إسدال عناصر المكتبة الفرعية، قم باختيار أحد عناصرها ثم انقر الزر موافق OK بنفس النافذة. عندها يتم ارتباط العنصر الذي تم اختياره بالمؤشر طالما كان المؤشر متحرك على مساحة رسم محرر الشكل التخطيطي كما بالشكل (١٠).

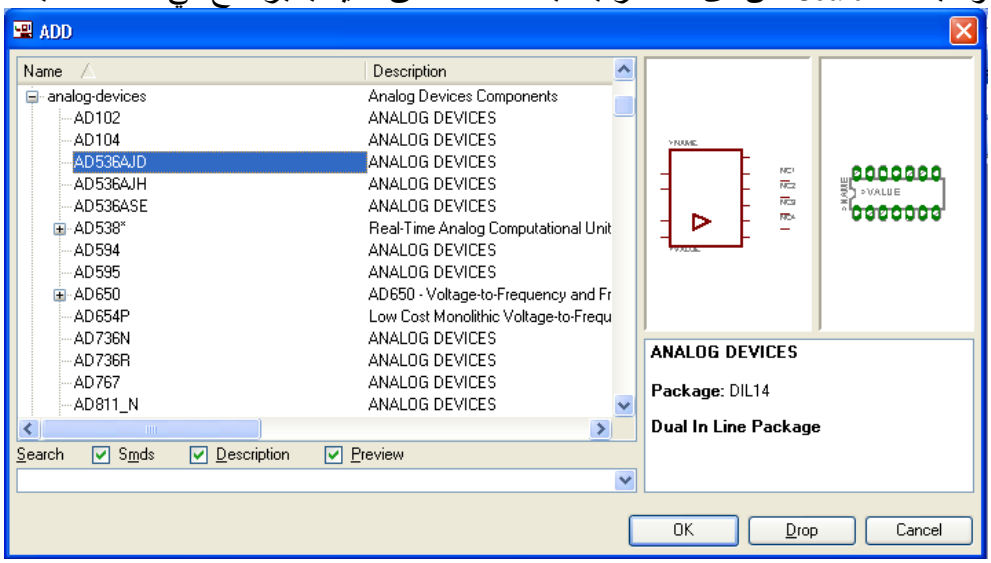


شكل (٨)

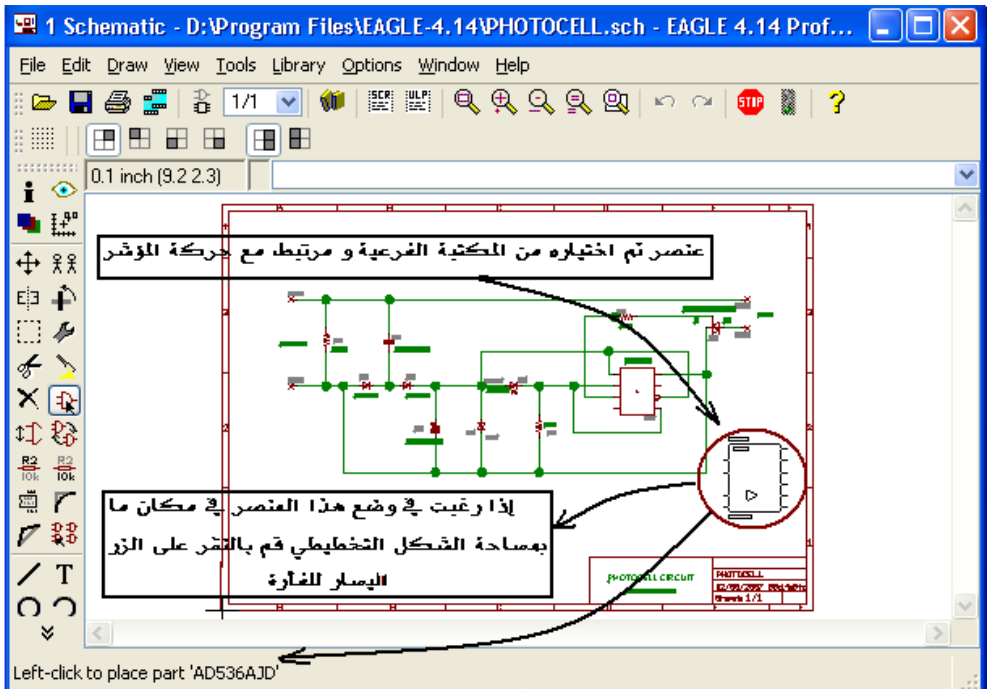
يمكنك من خلال نافذة الإضافة ADD أن تحدد رغبتك في بيان:

- عناصر التثبيت السطحي Smds
- وصف العنصر المحدد في المجلد Description
- رؤية مبدئية Preview

و البحث Search عن أى عنصر بكتابة أسمه المتفق عليه بالبرنامج في نافذة الكتابة.



شكل (٩)



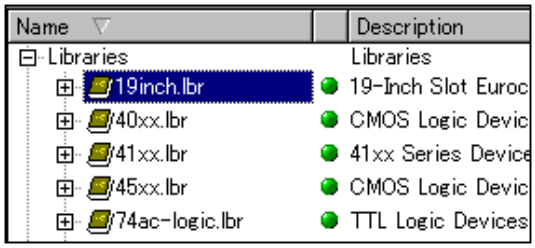
شكل (١٠)

إنّ العلامةَ الخضراءَ المستديرة و الموجودة في مؤخرة مداخل المكتبات الفرعية تُشيرُ إلى أَن هذه المكتبات قيد الاستعمال. وهذا يَعْني بأنّها يُمْكِنُ أَنْ تستَعملَ في المشروعِ الحالي. العناصر في هذه المكتبةِ سَتَفْحصُ بوظيفةِ البحثَ من صندوق حوارِ Add في الشَكل التخطيطي أَو شكل اللوح المطبوع. وهذا يَجعلُها في متناول المشروع. أى مكتبة لَنْ تدخلَ عملية الفْحَصُ إذا كانت العلامة المستديرة خلفها رماديُة اللون.

إذا قمت بالبدء في تشغيل برنامج EAGLE بدون مشروع (ليس هناك ملف eagle.epf يمكن قراءته،حيث من المحتمل إغلاق المشروع قبل مُغَادَرَة برنامج EAGLE آخر مَرّة) وقمت بعمل مشروع جديد (File/New/Project) فإن كُلّ المكتبات سَتَكُونُ قيد الاستعمال آلياً. على أية حال، القيام بفتح مشروع موجود فعلاً، حيث أن بَعْض المكتبات قيد الاستعمال فقط قبل تشغيل مشروعِ جديدِ،فإن هذا سوف يهيئ هذا الاختيار.

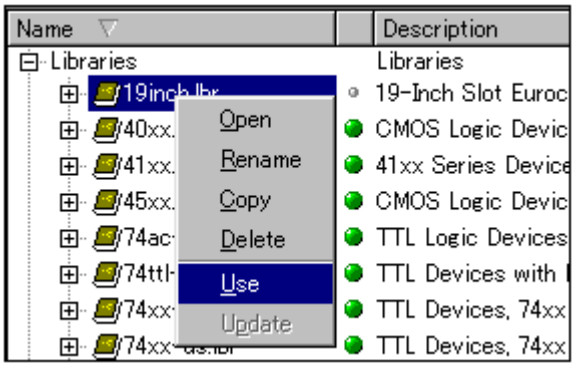
إذا كانت نافذةِ محرّرِ المكتبةَ مفتوحةُ يُمْكِنُك أَنْ تَسْحبَ وتضع مجموعة كاملة من العناصر أو من تعريفات الأغلفة من واجهة التحكم إلى نافذة المكتبة. بهذه الطريقة يمكنك النسخ من أحد المكتبات إلى الأخرى .

يجدر بالذكر أن الكثير مِنْ بياناتِ العنصر سجّلتْ في المكتبات. لذلك يُمْكِنُك أَنْ تُشيرَ إلى المحتويات التي تم تسجيلها متى قمت بالنْقرُ على العلامة (+). هذه المكتبةِ تُستَعملُ متى قمت بإنشاء أو فتح نافذة الرسم التخطيطي. في هذه الحالةِ،تكون المكتبة مشار إليها مِنْ نافذةِ الرسم التخطيطي.



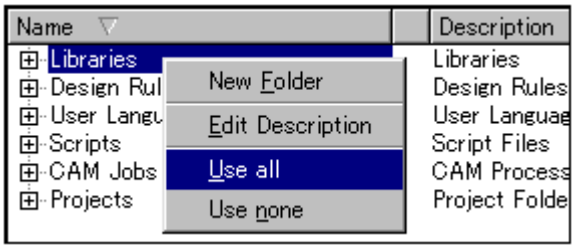
شكل (١١)

الشاشة المعروضة في الشكل (١١) تظهر عند فتح أي مكتبة . و يجب أن نلاحظ أنّ النقطةَ المهمةَ هي العلامة الخضراء. هذه العلامةِ توضح شرطَ صلاحية استعمال المكتبةِ.



شكل (١٢)

إنّ عددَ المكتبات هائلُ. ويصبحُ التشغيل معقداً عند جْعلها كُلّها فعّالة. في هذه الحالةِ،تكون المكتبة عاجزَة عند إزالة علامةَ الفحص من أمر "الاستعمال Use " بالقائمةِ التي تظهر بالنْقرُ على الزر اليمين على اسم المكتبةِ. عند إزالة علامةَ الفحص لأمر "الاستعمال Use "، فإن العلامةِ الخضراءِ تتحول إلى الدائرةِ الصغيرةِ الرماديةِ كما بالشكل (١٢).

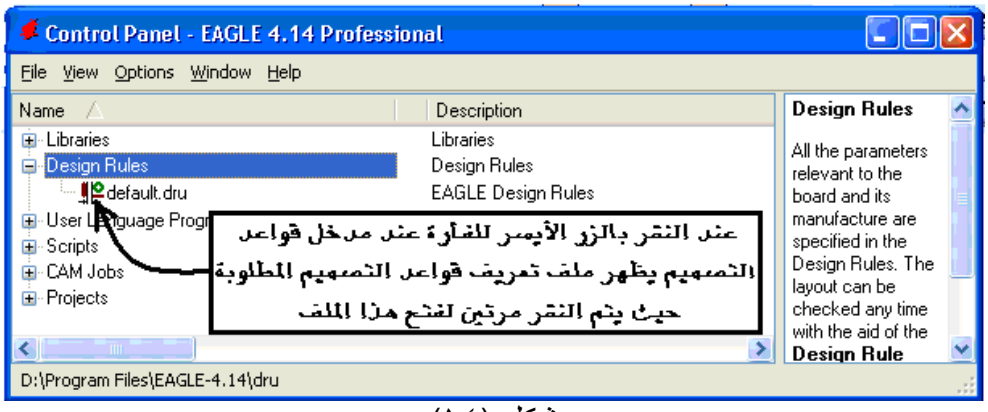


شكل (١٣)

عند جْعلُ كُلّ المكتبات قابلة للاستعمال، يَتم اختيارُ أمر اَستعمال الكُلّ" Use all من القائمةِ المَعْرُوضةُ عند النْقرُ على المكتبات بواجهة التحكم بالزر اليمين للفأرة. تُصبحُ كُلّ المكتبات صالحة للاستعمال كما بالشكل (١٣).

٣-٤ قواعد التصميم Design Rules

هناك قواعد تصميم خاصّةِ تم تُحدّيدَها في برنامج EAGLE لمراجعة تصميم اللوحة تحت التصميم والحُكْم عليها. هذه القواعد يُمْكِنُ أَنْ تسجل كمجموعة بيانات تصميم في ملفاتِ خاصّةِ تأخذ الامتداد (.dru*) كما بالشكل (١٤). وَضعَ المعامل parameter الذي يستخدم في الحْكمَ على المشروعَ الحاليَ يتم تحديده في جزء قواعد التصميمُ من شكل التفريع (المجلدات) كما بالشكل (١٥). إذا لم يكن هناك بياناتَ خاصة تم التزُوّد بها لقواعد التصميمَ (DRC command)، فإن برنامج EAGLE نفسه يُقوم بالتزوّيدُ بالمعاملات القياسية. التَأشير إلى يمين مدخل الملفَ يُحدّدُ المعامل الأصليَ (القياسي) للمشروعِ الحالي. تخطيط اللوح سَيتم فحصه بالأمر DRC بموجب هذه المعاييرِ.



شكل (١٤)

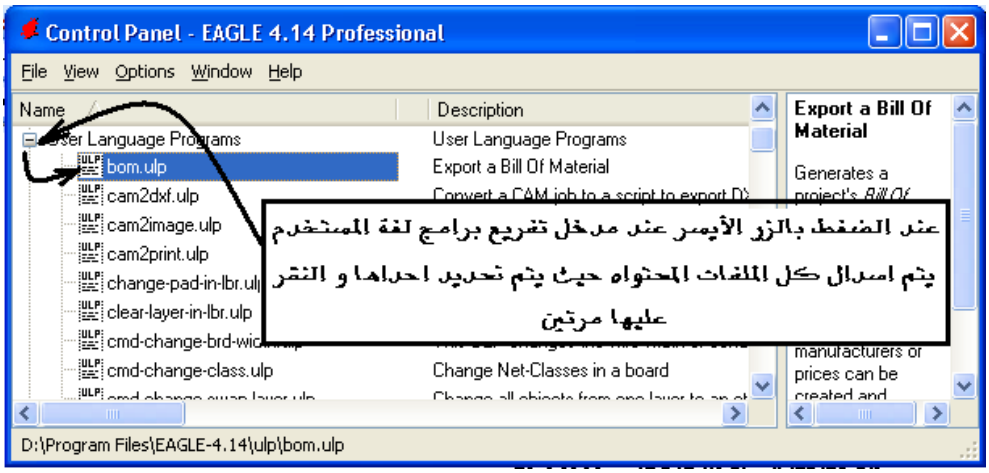
شكل (١٥)

٣-٥ برامج لغة المستخدم User Language Programs

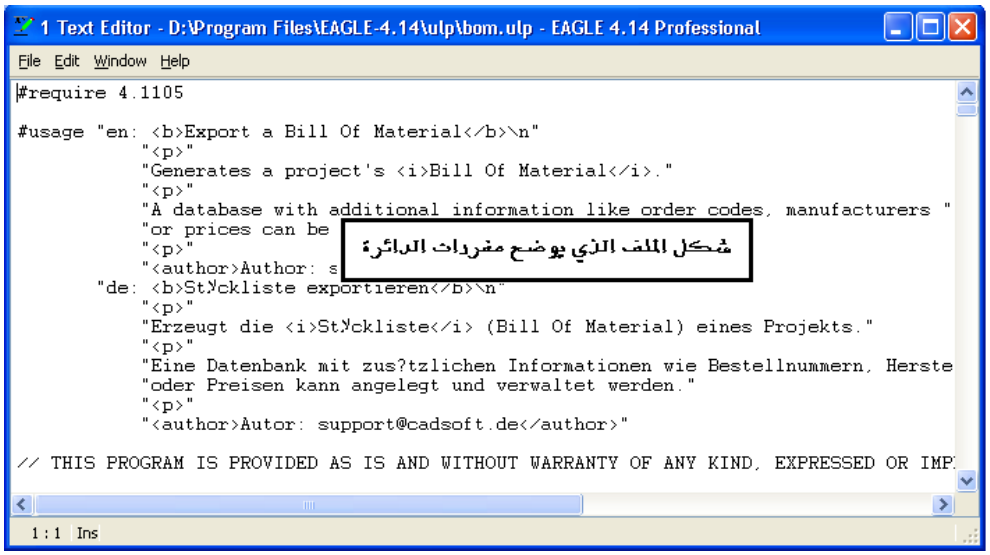
يَجيءُ برنامج EAGLE مَع لغةِ مستعملِ مترجم شبهِ سي متكاملة حيث تعطي منفذ إلى تفعيل كُلّ البيانات (في برنامج EAGLE أَو الملفاتِ الخارجيةِ). ويُمْكِنُ أَنْ تَنشئَ برامج لغة المستعملِ User Language programs أيّ نوع من الملفِات ولهذا تُولدُ أي صيغة أو هيئة من البيانات المستعملة من قبل برامجِ أَو أجهزةِ أخرى.

المثال الجيد هو الملفُ bom. ulp الذي يُولّدُ فاتورة الموادّ ، الأشكال (١٦،١٧). مع لغةِ المستعملِ ببرنامج EAGLE يمكن للفرد أن يمتلك أداة قويَّة لتَعريف أوامر userspecific التي يُمْكِنُ أَنْ تُخصّصَ، على سبيل المثال، إلى مفتاح وظيفةِ معينة. رجاءً أنظر إلى الملفاتِ بالامتداد ulp * وجزء لغة المستعملَ في وظيفة طلب المساعدة لتَكوين فكرة أفضل عن الإمكانياتِ المتأصّلةِ في البرنامجِ.

هناك برامج لغةِ مستعملِ إضافيةِ يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ على صفحاتِ موقع CADSOFT على شبكة المعلومات: http://www.cadsoftusa.com/download.htm .



شكل (١٦)



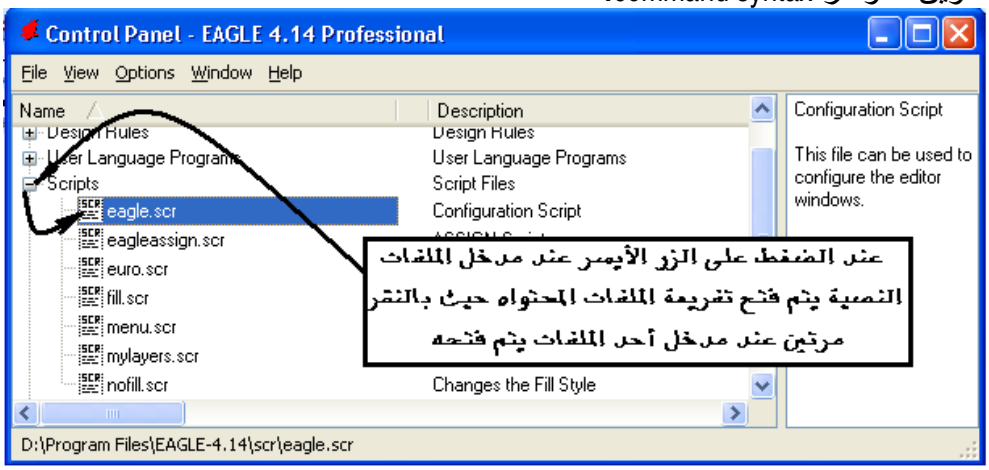
شكل (١٧)

٦-٣ المخطوطات أو النصوص Script

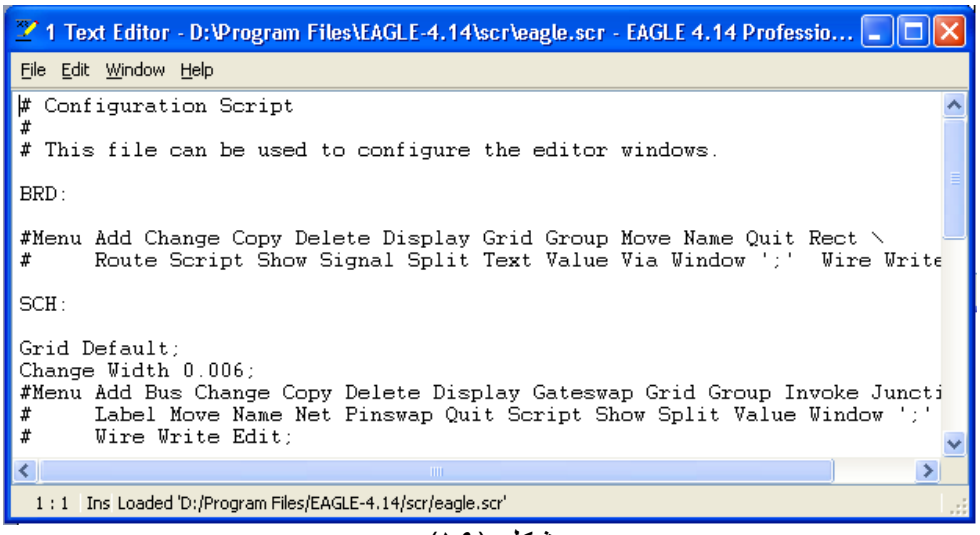
ملفات المخطوطة هي عبارة عن ملفاتَ نَصِّية حيث يُمْكِنُ أَنْ تَحتوي على أيّ أمر للبرنامج EAGLE (انظر الأمر SCRIPT)، الأشكال (١٨،١٩). تُمكن ملفاتُ

المخطوطةِ المستعملَ من تَطبيق وظائفه. لذا فإن لك مواجهة دخل مرنةِ معرفة بتكوين الأوامر command syntax البرنامج EAGLE (انظر مساعدةَ البرنامج).

أبدأ محرّرَ المكتبةَ Library Editor واستعمل مخطوطةَ التصديرِ EXPORT SCRIPT بعد تحميل المكتبة لتَوليد ملف المخطوطةِ. وهذا عبارة عن مثالَ جيد للتَعلّم حول علم تكوين الأوامر command syntax.



شكل (١٨)



شكل (١٩)

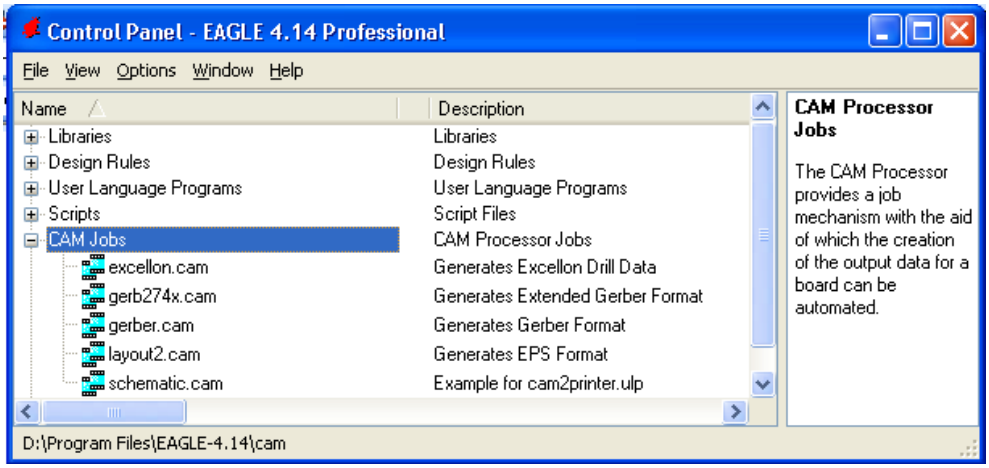
٣-٧ وظائف التصنيع بمساعدة الحاسب CAM jobs

بالأداةِ المسجّلةُ على هذه القائمةِ، يبدو أن البيانات التي تكونت بواسطة البرنامج EAGLE قادرة على التحول إلى شكلِ آخرِ.

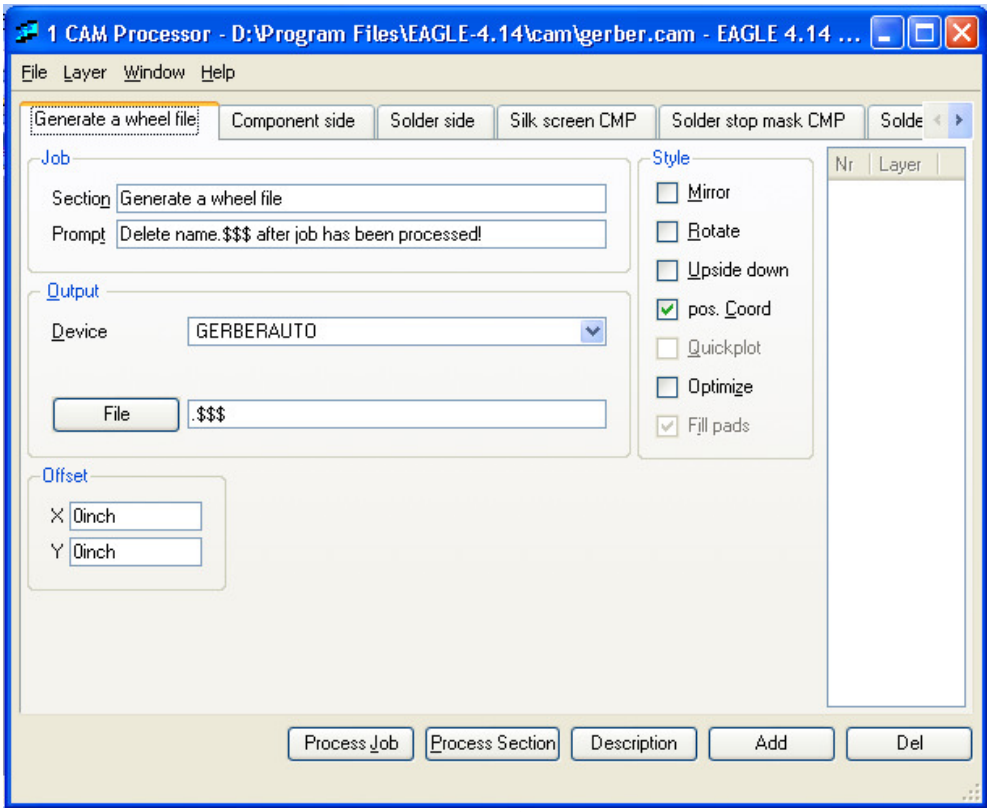
يتم توليد بيانات التصنيع بواسطة معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM الأشكال (٢٠،٢١). حيث يتوافر أي عدد من السواقِات لخرج البيانات. و يجدر بالذكر إنّ السواقات مُعَرَّفة في ملف يعرف eagle.def ، والذي يمكِن أن يحرر بأي محرّر نصي.

الخرج إلى طابعاتِ المصفوفةِ، على أية حال، لَم ينشأ بمعالج CAM لكن بواسطة أمر PRINT. تَسْمحُ شروطُ رخصةِ برنامج EAGLE لك بإعطاء معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM إلى منتج لوحتك. لعمل هذا، فإنك تَحتاج لتجهيزه فقط بنسخة من برنامج EAGLE المجاني.

يُمْكِنُ لمعالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM أن يعمل بدون دعمِ من أي آلية ترخيص. بدلاً عن ذلك، يُمْكِنُ لمنتج لوحتكَ أَنْ يطْلبَ برنامج EAGLE المجاني مباشرة مِنْ CadSoft. ويُمْكِنُ لمعالج CAM أيضاً أَنْ يُبْدَأَ مباشرة من نافذة كتابة الأوامر. ويُمْكِنُ لعدد مِنْ معاملات نافذة كتابة الأوامر أَنْ تُعْبَرَ إليه عندما يتم استدعائها. وهذا مدرجُ في الملاحقِ.



شكل (٢٠)

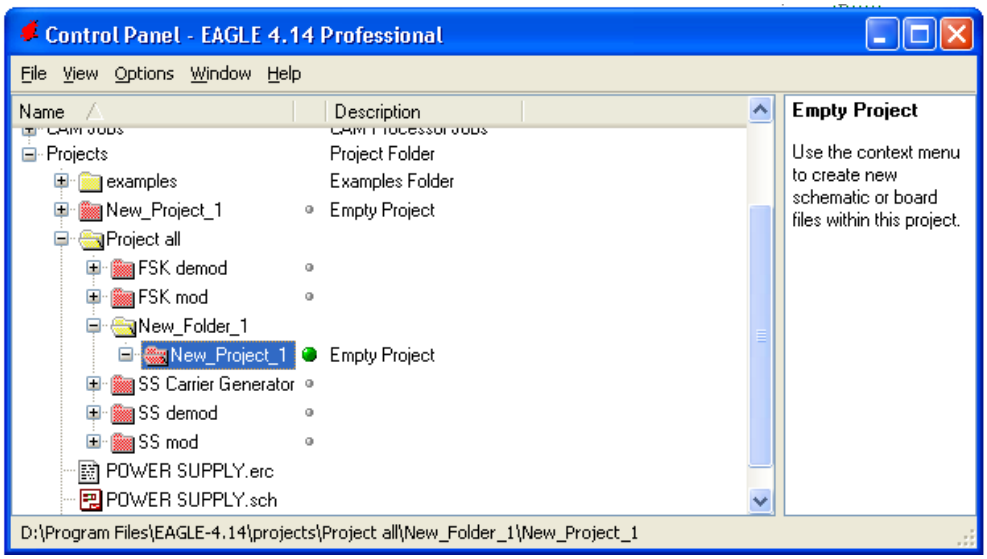


شكل (٢١)

٣-٨ المشاريع Projects

يتم ترتيب المشاريعَ المُخْتَلِفةَ خلال واجهة التحكم. أي نقرة على مداخلُ المشاريعَ سوف تقوم بعرض حافظاتَ مُخْتَلِفةَ شكل (٢٢). وهذا يقع تحت المسار المَوضح Options/Directories/Projects. وهو مَسْمُوح لتَعريف أكثرِ مِنْ مسار واحد هناك.

يتكون أي مشروع عادة من حافظة (مجلد directory) حيث يُمثّلُ المشروع باسمِه وملفِ بترتيبِ المشروعَ eagle.epf . و تحتوي الحافظة عادة على كُلّ الملفات التي تَرجع إلى مشروعِكِ، على سبيل المثال، ملف الدائرة التخطيطية وملف اللوح، ملفات المكتبةِ الخاصّةِ، و ملفات المخطوطات وهكذا. مجلدات المشروعِ التي تَحتوي على ملف المشروع eagle.epf سوف يتم تعليمها بأيقونة حافظة حمراء. أما الحافظات 'الطبيعية' سَتَكُونُ معلمة بأيقونة صفراء.



شكل (٢٢)

يتم اختيار المشروع المطلوب تحريره من فرع المشاريعَ. على يمين اسم المشروعَ سَتَجِدُ علامة رمادية (دائرة صغيرة) أو خضراء (دائرة كبيرة). بمساعدة هذه العلامةِ يُمْكِنُ لأى شخص أَنْ يفْتحَ أو يغْلقَ المشاريعَ. النَقْر على العلامة الرمادية، يعمل على تحمّيلُ المشروعَ. حيث تظهر العلامة بعد ذلك خضراء. و النَقْر على العلامةِ الخضراءِ مرة ثانيةً أو النَقْر على علامة رمادية أخرى يعمل على غْلقُ المشروعُ الحاليُ وفْتحُ مشروعَ آخرَ على التوالي بعد إغلاق الحالي. بهذه الطريقة فإن الفرد يُمْكِنُه أَنْ يَنْتقلَ بسهولة مِنْ مشروع واحد إلى آخرِ.

عند إغلاق المشروع فإنه سوف يتم حفظ الإعدادات الحالية في ملف المشروع المناظر eagle.epf، بشرط أن الخيار آلياً عند حفظْ ملفَ المشروعِ الموضوع في القائمة Options/Backup.

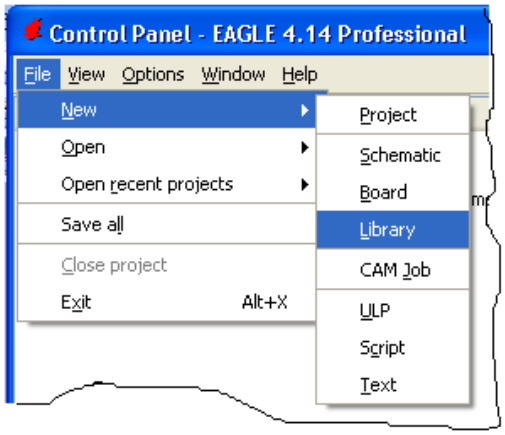
المشاريع الجديدة تم إنشاءها بنَقْر زرِّ الفأرة اليمين على مدخل حافظة في هذا الفرع. أي قائمة سياقِ تَفْتحُ حيث تَسْمحُ للملفاتِ الجديدةِ و التفريعات (المجلدات) المطلوب إنشاءها والمشاريعَ الفرديةَ الّتي سَتُدارُ. اختيار الخيارِ New/Project تتفرّعُ حافظة جديدة التي يَجِبُ أَنْ تعطىَ عنوانُ المشروعَ. ملفِ المشروعَ eagle.epf سينشئ آلياً.

يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ أيضاً القوائم File/Open/Project أَو File/New/Project لكي تفتحْ أَو تنشي مشروع جديد.

٣-٩ شريط القوائم المنسدلة بنافذة واجهة التحكم Menu Bar :

يحتوي هذا الشريط على القوائم التالية :
File (ملف) ، View (رؤية) ، Options (خيارات) ، Window (نافذة) ، Help (طلب المساعدة). سوف نقوم فيما يلي باستعراض كل قائمة من القوائم السابقة بالتفصيل:

قائمة File (ملف) : تحتوي هذه القائمة على الأوامر الموضحة في القائمة المنسدلة الاولية التالية كما بالشكل (٢٣):



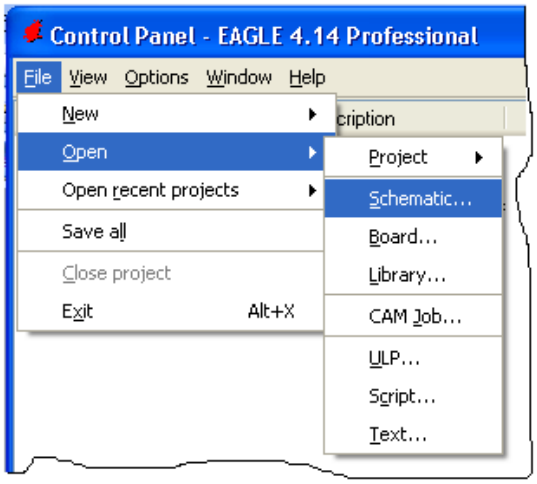
شكل (٢٣)

■ **New(جديد)**
) : يتم من خلاله فتح ملف جديد ، وفقاً للأنواع الواردة في القائمة المنسدلة الثانية و هى :

١-لوح الدائرة المطبوعة Board
٢-الدائرة التخطيطية Schematic
٣-المكتبة Library
٤-وظيفة التصنيع بمساعدة الحاسب CAM Job
٥-برنامج لغة المستخدم User Language Program (Ulp) يفتح محرر النصوص لكتابة ملفات نصية بصيغ مشابهة للغة (C)، و تأخذ هذه الملفات الامتداد Ulp . تستطيع إنشاء ملف من نوع Ulp بواسطة أي محرر نصوص أو باستخدام محرر النصوص الموجود في البرنامج EAGLE .

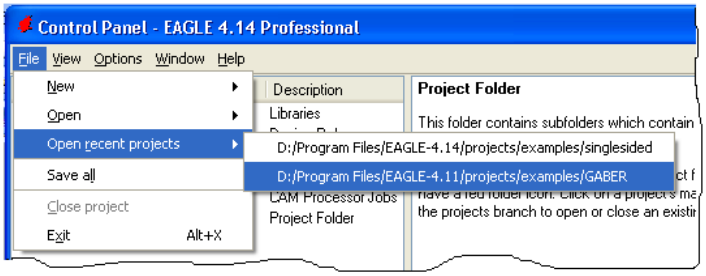
٦-المخطوطة Script يفتح محرر النصوص لكتابة مجموعة متسلسلة من أوامر البرنامج EAGLE ليتم تنفيذها دفعة واحدة . و تأخذ هذه الملفات الامتداد Scr .
٧-النص Text يستخدم هذا الخيار لتسجيل معلومات أو ملاحظات تتعلق بالدائرة المنفذة. و هو يختلف عن الأمر Text الذي سيرد فيما بعد في محرري الدائرة التخطيطية و المطبوعة.
٨-المشروع Project يستخدم لحفظ واجهة التحكم بإعدادات جديدة . فمثلاً يمكن ترتيب الملفات الظاهرة في نافذة واجهة التحكم حسب الاسم أو حسب النوع .

- **Open (فتح) :** يتم من خلاله فتح ملف موجود مسبقاً ، أو ينشئ ملفاً جديداً إذا أدخلت اسم ملف غير موجود . و يحتوي على الأنواع الواردة في القائمة المنسدلة الثانية المذكورة في الأمر New السابق –الشكل (٢٤).



شكل (٢٤)

- **Open recent projects** فتح المشاريع حديثة التسجيل كما بالشكل (٢٥) التالي:



شكل (٢٥)

- **Save all** (حفظ كل الملفات) يقوم بتخزين كل الملفات التي تم تعديلها

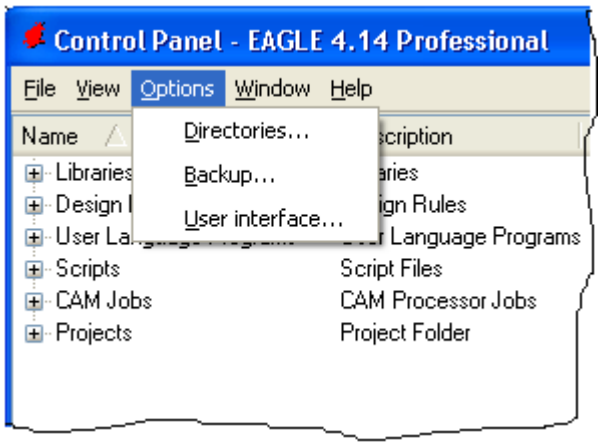
- **Close project** (غلق مشروع) بموجب هذا الفعل يتم الخروج من المشروع الجاري
- **Exit** (إنهاء) يتم بواسطته الخروج من البرنامج

قائمة View (رؤية) :

- **Refresh** يقوم البرنامج بتحديث محتويات منظر التفريعات لمحتوياته
- التصنيف **Sort** : يحدد طريقة فرز الملفات في واجهة التحكم ، إما بحسب الاسم Name ، أو حسب النوع Type .

قائمة Options (خيارات) :

عند اختيار هذه القائمة تظهر الخيارات الموضحة في الشكل (٢٦) التالي :



شكل (٢٦)

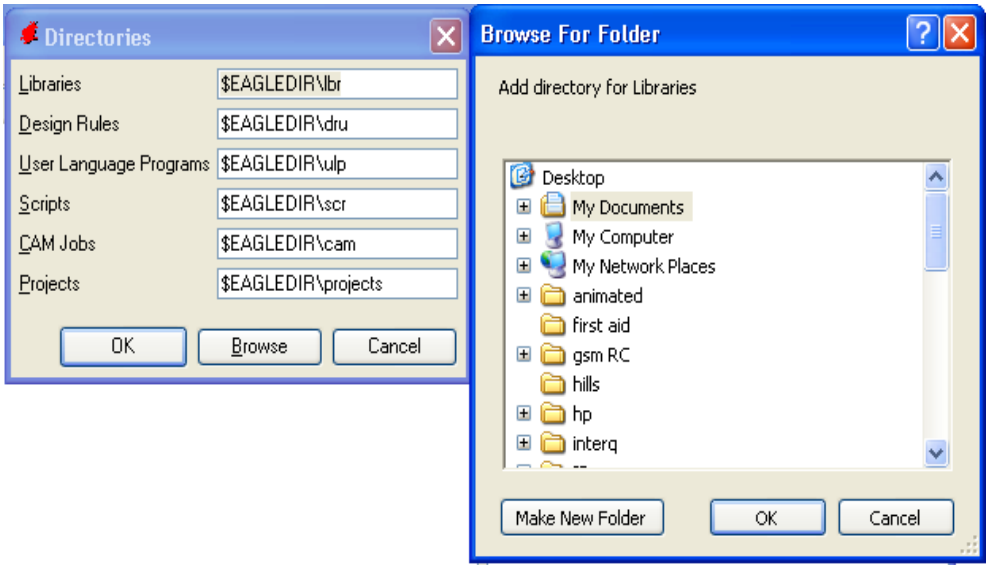
- المجلدات (التفريعات-الحافظات) **Directories**:

يمكن إدخال مجلدات أو تفريعات قياسية لملفات البرنامج EAGLE في صندوق حوار المجلدات. هناك أكثر من طريق أو مسار مؤدي إلى كل هذا. في إصدار النوافذ تفصل النوافذ بشبه الفصلة semicolons ، بينما الفصلة colon تستخدم في إصدار لانيكس. و تعتبر تفريعة أو مجلد المشاريع Projects تفريعة قياسية لمحرر النص.

تتكون تفريعة المشاريع Projects من تفريعات أو مجلدات أصغر ، كل منها يمثل مشروع معين . و كل من تفريعات المشروع يحتوي على ملف مشروع EAGLE (eagle.epf) . وعادة تتكون تفريعة المشروع من جميع الملفات المرافقة لمشروع

معين ، مثل ملف الشكل التخطيطي و ملف لوح الدائرة المطبوعة و الملفات النصية ، و البيانات الصناعية ، و الملفات الوثائقية و هكذا.

قم بكتابة المسار مباشرة في الصندوق المناظر، أو اختر التفريع أو المجلد المرغوب بالنقر على زر الإظهار Browse – الشكل (٢٧).

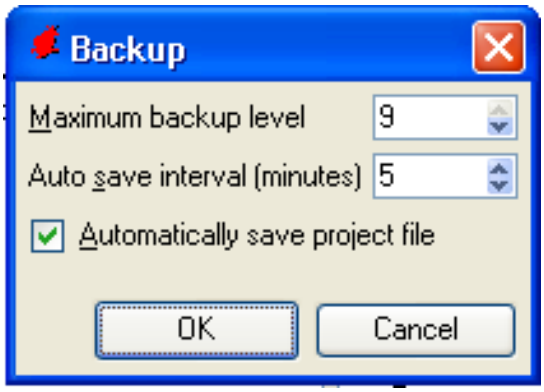


شكل (٢٧)

- التخزين الاحتياطي **Backup** عند القيام بتخزين ملفات ، يقوم برنامج EAGLE بالحفظ التلقائي للملفات السابقة . يسمح المستوى الأقصى للتخزين الاحتياطي maximum backup level لإدخال العدد الأقصى لنسخ التخزين الاحتياطي (العدد القياسي هو ٩) – شكل (٢٨). للملفات المخزنة احتياطياً امتدادات مختلفة ، حيث ترقم تعاقبياً . فملفات الشكل التخطيطي لها الامتداد s#x، و ملفات لوح الدائرة المطبوعة لها b#x، و ملفات المكتبة لها l#x وتأخذ الأرقام من ١ إلى ٩. الملف رقم ١ عند x=1 هو أجدد ملف. (*.brd* تصبح *.b#1* و *.sch* تصبح *.s#1* و *.lbr* تصبح *.l#1*) .

و تسمح أيضاً وظيفة التخزين الاحتياطي التلقائي بأن يكون هذا التخزين مجدولاً. حيث يمكن أن تقع الفترة الزمنية بين ١ و ٦٠ دقيقة (الفترة الزمنية القياسية ٥ دقائق) الملفات المخزنة احتياطياً تأخذ النهايات التالية *b##, s##, l##* على التوالي.

كل هذه الملفات المخزنة احتياطياً يمكن معالجتها في برنامج EAGLE إذا طلب إعادة تسميتها و إعطائها نهايات الملف العادية (brd, sch, lbr). أي يُمْكِنُ أَنْ تُستَعملَ الملفات ثانيةً بعد تبديل اسمها بامتدادات الملفات الأصلية. كُلّ الإعدادات التي تَتعلّقُ بالملفات الاحتياطية يُمْكِنُ أَنْ تُتم في قائمة الخياراتِ / النسخ الاحتياطي Options/Backup menu من واجهة التحكم.

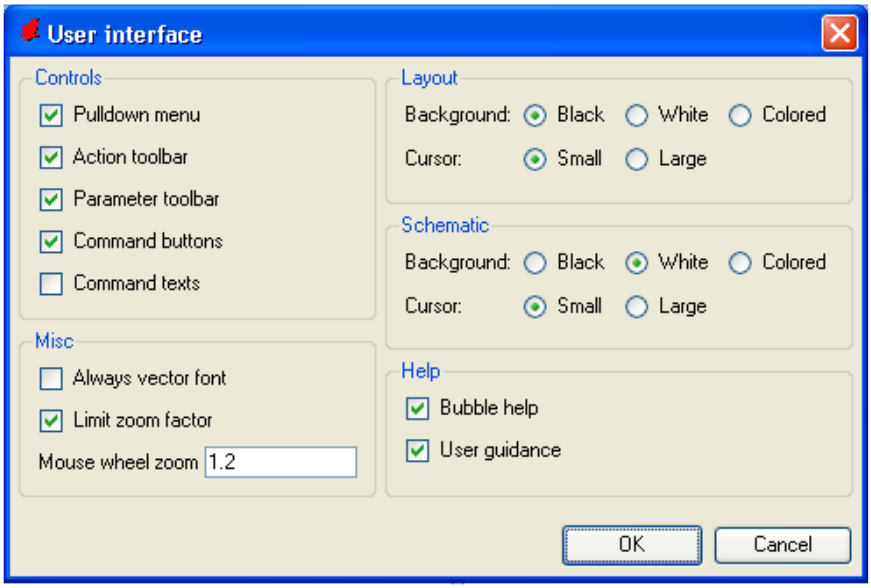


شكل (٢٨)
صندوق حوار التخزين الاحتياطي

إذا تم اختيار التخزين الآلي Automatically save project file فإن ملفات المشروع سوف يتم تخزينها آلياً عند غلقك المشروع الحالي أو قمت بترك البرنامج .

■ نافذة المواجهة مع المستخدم **User Interface**:

يسمح صندوق حوار نافذة المواجهة مع المستخدم بتخصيص شكل نافذة التحرير في كل من : محرر الدائرة المطبوعة و محرر المكتبات و محرر الشكل التخطيطي. كما يظهر من صندوق الحوار بالشكل (٢٩) التالي:



شكل (٢٩)

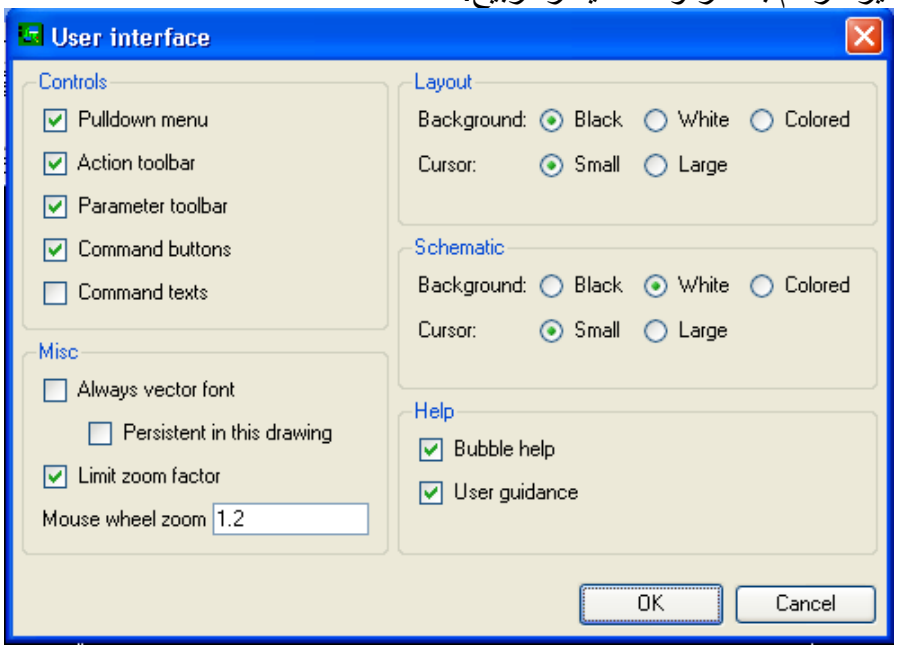
في جزء التحكم **Controls** يمكنك وضع العلامات في صناديق أو خانات التحكم أن تظهر العناصر المطلوب وجودها على نافذة المحرر. إذا قمت بعدم تفعيل كل التحكمات (لم تضع علامات في أى خانة قط) ، فإنه سوف يظهر فقط نافذة كتابة الأوامر Command Line لإدخال أى أمر. و هذا يعطي فرصة لزيادة مساحة الرسم.

في جزء الخيارات الأخرى **Misc** إذا قمت باختيار بنط (شكل) الحروف الموجهة دائما Always vector font فإنه سوف يظهر و يطبع النصوص بالبنط (بالشكل) الموجه المحدد vector ، متحرراً من بنط (شكل) الحروف الأصلي. استخدام بنط (شكل) الموجه vector يضمن أن يكون الخرج مع الطابعة أو معالج البيانات الصناعية CAM هو بالضبط نفس المبين في نافذة المحرر. الأشكال الأخرى من حروف اللغة غير الشكل الموجه vector تعتمد على إعدادات النظام و لا يمكن التحكم فيها من خلال برنامج EAGLE .

إذا قمت بفتح صندوق الحوار لنافذة المواجهة مع المستخدم User Interface من أى نافذة محرر (مثلاً من نافذة محرر لوح الدائرة المطبوعة) فإن خيار شكل الحروف الموجهة يقدم عنصراً إضافياً و هو المستمر في هذا الرسم **Persistent in this drawing** . إقرار هذا الخيار يسبب قيام برنامج EAGLE بنسخ إعداد شكل الحروف الموجهة دائماً **Always vector font** في ملف الرسم الجاري. لذا يجب أن تكون متأكداً

أن تخطيط لوح الدائرة المطبوعة سوف يكون موضحاً بالشكل الموجه في حاسب شخصي آخر.

يحدد معامل التكبير أو التصغير المحدد **Limit zoom factor** معامل التكبير أو التصغير الأقصى في نافذة المحرر. و بإعادة تنشيط هذا الخيار يسمح لتكبير أو تصغير الرسم بمقدار واحد مليمتر تربيع.



شكل (٣٠)

إذا كنت تعمل بفارة مزودة بعجلة، فإنه يمكنك التكبير و التصغير بإدارة هذه العجلة. و لهذا فإن هذه العجلة عند إدارتها تقوم بتحديد معامل التكبير أو التصغير. عند القيمة صفر هذه الوظيفة يتم غلقها. يمكن ضبط كل من لون خلفية مساحة الرسم و درجة ظهور مؤشر الرسم لمحرر كل من الشكل التخطيطي و لوح الدائرة المطبوعة. ربما يكون الخلفية سوداء ، أو بيضاء ، أو أى لون آخر.

يمكن إظهار المؤشر اختيارياً شعرتين متقاطعتين صغيرتين أو كبيرتين.

قائمة Window (نافذة):

من هذه القائمة يمكنك اختيار النافذة (التخطيطية، اللوح....الخ) الأمامية. لاحظ الرقم الموجود على يسار شريط العنوان يعبر عن رقم النافذة. و هذا يعطيك الفرصة

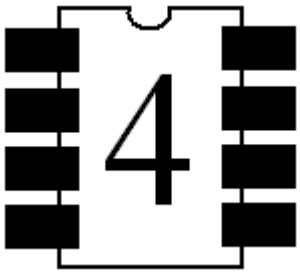
لاختيار رقم النافذة المطلوب جعلها أمامية و ذلك باستخدام المفتاحين Alt + رقم النافذة فتنتقل بسهولة و يسر بين نوافذ التصميم. المفتاحان Alt+0 يمكن استخدامهما في أى مكان بالبرنامج لإحضار واجهة التحكم في الأمام.

قائمة Help (طلب المساعدة) :

في أى مكان و حسب الجزئية المطلوب التعرف على المزيد من المعلومات يتم النقر على طلب لمساعدة.

الجزء الثاني

٤	نافذة محرر الدائرة التخطيطية
٥	رسم الدائرة التخطيطية
٦	نافذة مكتبة العناصر و نوافذ أخرى



نافذة محرر الدائرة التخطيطية

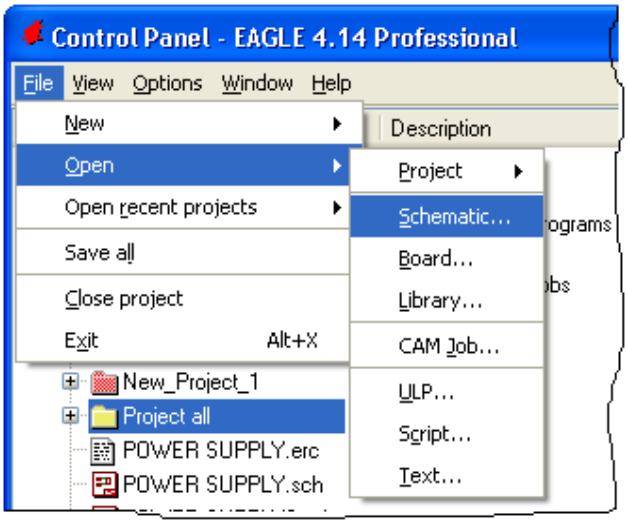
The Schematic Editor Window

٤-١ مقدمة :

يستخدم هذا المحرر من أجل الرسم التخطيطي Schematic للدائرة الإلكترونية ، التي يستخدم فيها الشكل الرمزي للعناصر Symbols . و من المعروف أن الرسم التخطيطي للدوائر الإلكترونية يستخدم من أجل فهم مراحل انتقال الإشارات الكهربائية والتعرف على وظائف العناصر في الدائرة بغرض الدراسة النظرية أو قراءة الدائرة. وتعرف ملفات الرسم التخطيطي بالامتداد (sch.*).

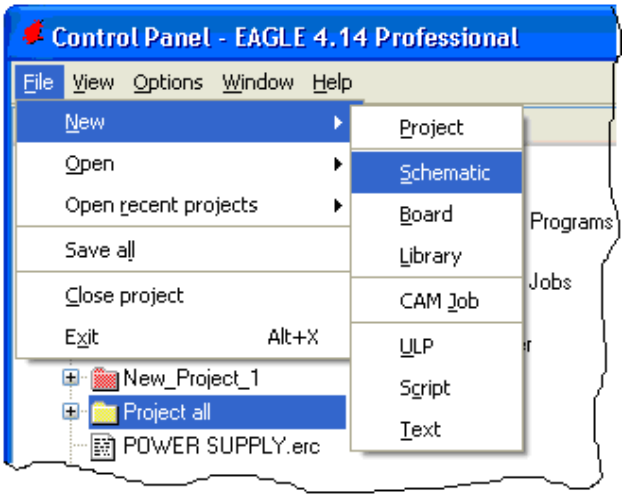
٤-٢ فتح أو إنشاء ملف دائرة تخطيطية:

تَفْتحُ نافذةُ محرّرِ الدائرة التخطيطيةِ (النظرية) عندما تقوم بتُحمّيلُ ملف دائرة تخطيطيةَ موجود بالفعل أو إنشاء ملف جديد لرسم دائرة تخطيطية. وهناك عِدّة طرق لفتح ملفات ببرنامج EAGLE.
يُمْكِنُك، على سبيل المثال، تحمّيلُ شكل تخطيطي من خلال شريط القوائم المنسدلة File/Open/Schematic في واجهة التحكم كما بالشكل (١). وبدلاً من ذلك يُمْكِنُك النقرْ مرتين على ملف الشكل التخطيطي في التفريع الشجري للمشروع (أو تفريعة المجلدات) directory.



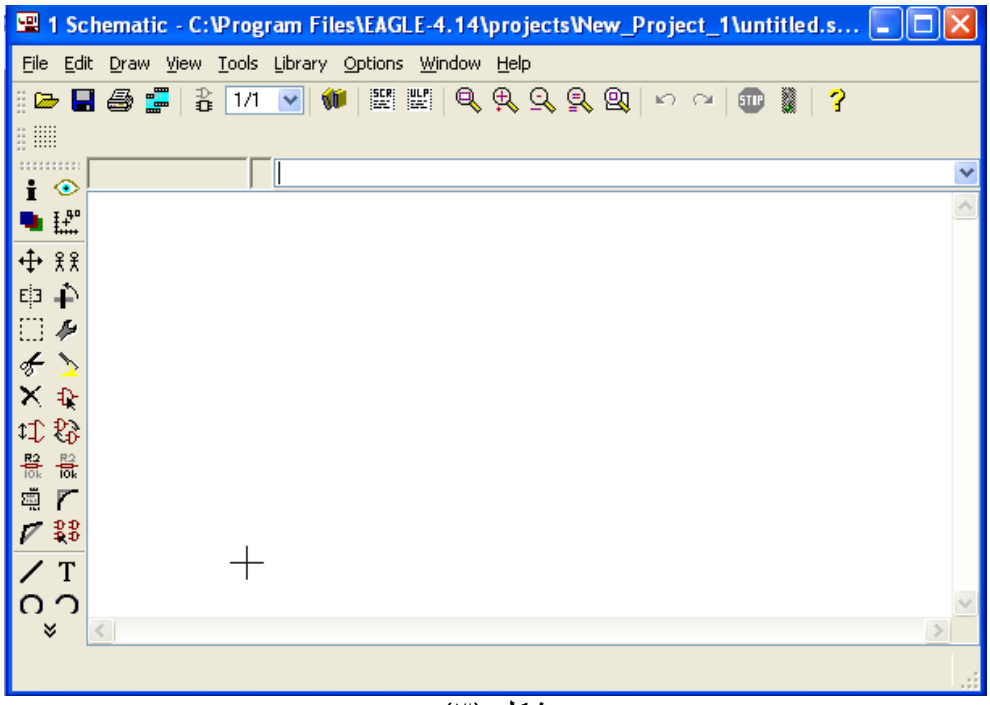
شكل (١)

إذا رغبت في إنشاء شكل تخطيطي جديد، اختر القائمةَ File/New/Schematic من شريط القوائم المنسدلة (٢). هذا سَوف يَفْتحُ ملف للرسم التخطيطي باسمِ غير مُعّنوّن untitled.sch في دليلِ المشروع الحالي.



شكل (٢)

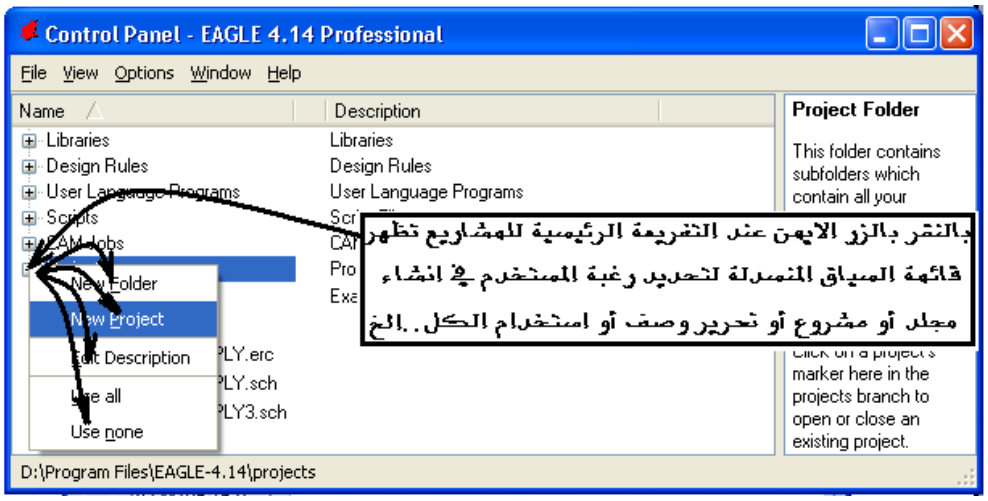
و عندها تظهر النافذة الأساسية لمحرر الرسم التخطيطي للدائرة الإلكترونية كما في الشكل (٣) التالي :



شكل (٣)

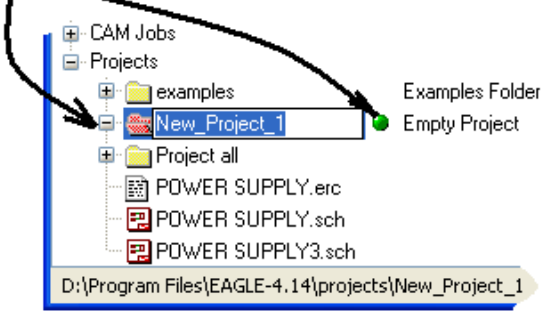
٤-٣ إنشاء ملف شكل تخطيطي جديد في التفريع الشجري:

إذا أردت إنشاء ملف شكل تخطيطي مباشرة لمشروع جديد، فإنه ربما على سبيل المثال تقوم بالنْقرُ على الزرِّ الأيمن للفأرة عند مشروع في مدخل تفريع المشاريعَ الموجودة في التفريع أو المجلدات الرئيسية، و قم باختيار خيار المشروعِ الجديدِ New project option مِنْ قائمةِ السياقَ context menu كما بالشكل (٤). يستقبل المشروع الجديد اسم. ثم قم بالنقر على هذا المدخل الفرعي بزرِّ الفأرة الأيمن. الآن قم باختيار New/Schematic مِنْ قائمةِ السياقَ. يتم فتح شكل تخطيطي جديد في تفريع المشروع هذا. تابع الأشكال (٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩).

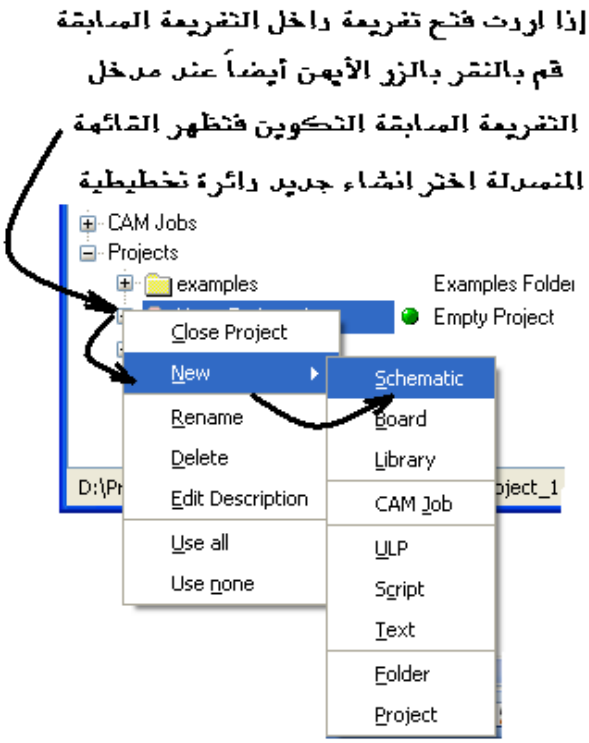


شكل (٤)

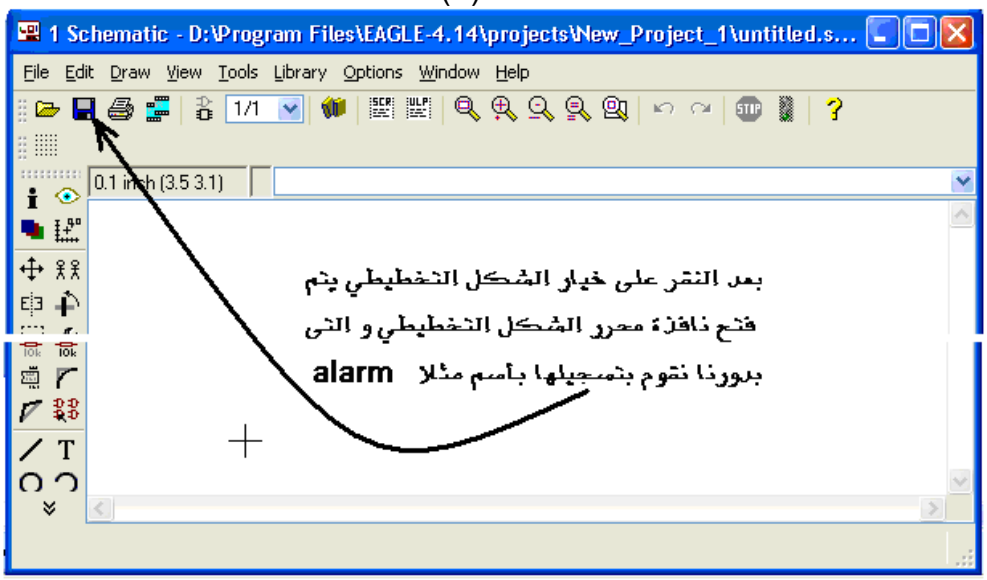
يتم فتح تفريعة مشروع جديد متفرعة من تفريعة المشروع الرئيسية و تصبح مفتوحة بدلالة وجود الدائرة الخضراء ،لا يمكن لك حذف هذه التفريعة إلا إذا قمت بإغلاقها أولاً



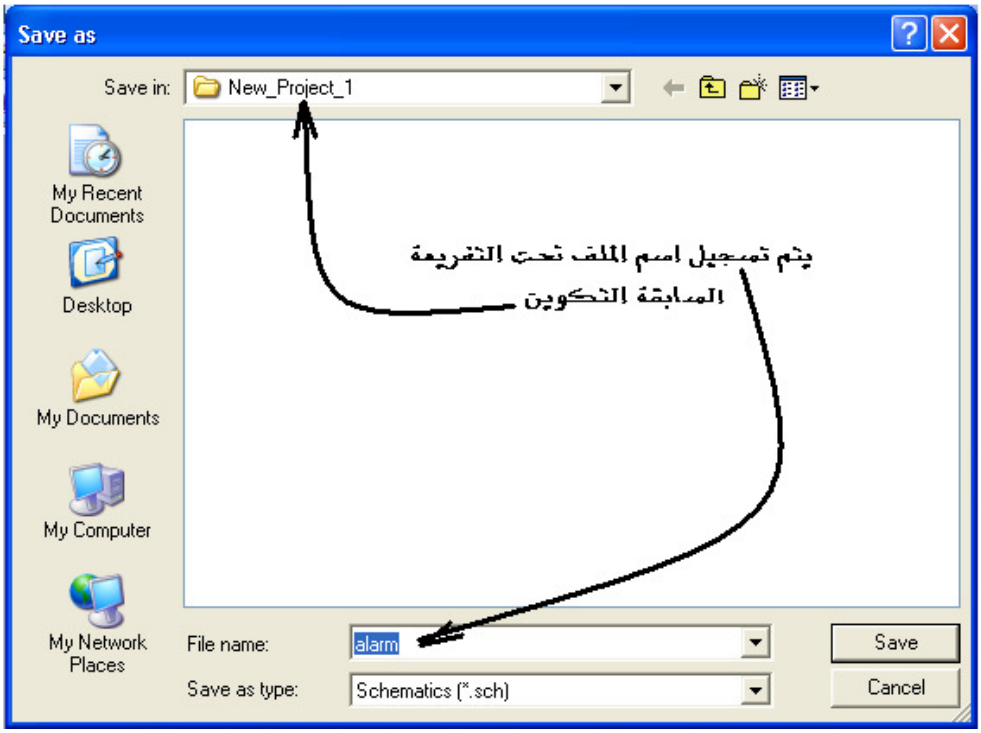
شكل (٥)


إذا اردت فتح تفريعة داخل التفريعة السابقة
قم بالنقر بالزر الأيمن أيضاً عند مدخل
التفريعة السابقة التكوين فتظهر القائمة
المنسدلة اختر انشاء جديد دائرة تخطيطية
CAM Jobs
Projects
examples
Examples Folder
Empty Project
Close Project
New
Rename
Delete
Edit Description
Use all
Use none
Schematic
Board
Library
CAM Job
ULP
Script
Text
Folder
Project

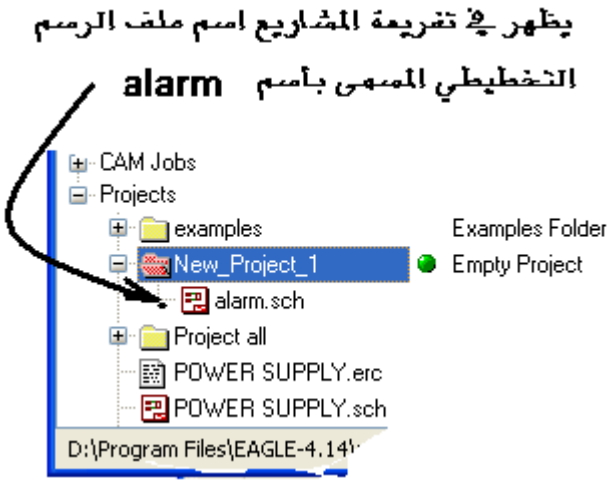
شكل (٦)


1 Schematic - D:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\New_Project_1\untitled.s...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
بعد النقر على خيار الشكل التخطيطي يتم
فتح نافذة محرر الشكل التخطيطي و التي
بدورنا نقوم بتسجيلها باسم مثلا alarm

شكل (٧)


Save as
Save in:
New_Project_1
My Recent Documents
Desktop
My Documents
My Computer
My Network Places
يتم تسجيل اسم الملف تحت التفريعة
السابقة التكوين
File name:
alarm
Save as type:
Schematics (*.sch)
Save
Cancel

شكل (٨)


يظهر في تفريعة المشاريع اسم ملف الرسم
التخطيطي المسمى بأسم alarm
CAM Jobs
Projects
examples
Examples Folder
New_Project_1
Empty Project
alarm.sch
Project all
POWER SUPPLY.erc
POWER SUPPLY.sch
D:\Program Files\EAGLE-4.14\

شكل (٩)

٤-٤ أشرطة الأدوات بنافذة محرر الرسم التخطيطي :

تتكون نافذة محرر الرسم التخطيطي من الأشرطة التالية :

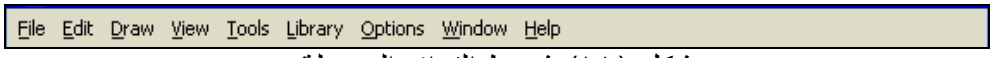
٤-٤-١ شريط العنوان : Title bar

يحتوي على اسم الملف (PHOTOCELL2.sch) و موقع الملف و إصدار البرنامج، وأيقونات تغيير مساحة نافذة العمل و إغلاقها ووضعها في شريط المهام كما بالشكل (١٠):

شكل (١٠) شريط عنوانَ الملف

٤-٤-٢ شريط القوائم المنسدلة : Menu bar

و يحتوى هذا الشريط على القوائم التالية :
الملف File -التحرير Edit –الرسم Draw –العرض View-الأدوات Tools-المكتبة Library –الخيارات Options-النافذة Window-مساعدة Help كما بالشكل (١١).



شكل (١١) شريط القوائم المنسدلة

٤-٤-٣ شريط الأفعال : Action toolbar

يوضح الشكل (١٢) التالي محتويات هذا الشريط من الأيقونات التي سيتم شرحها لاحقاً.

شكل (١٢) شريط الأفعال

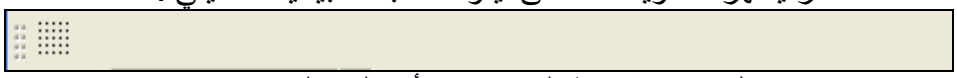
٤-٤-٤ شريط الأوامر Command toolbar

كما يظهر بالشكل (١٣) ،على يسار مساحة الرسم يوجد شريط أيقونات الأوامر لمحرر الرسم التخطيطي ، لاحظ تعبيرات الأيقونات و سوف يتم شرحها فيما بعد:

شكل (١٣) يوضح شريط الأوامر في محرر الدائرة التخطيطيةSchematic Editor

٤-٤-٥ شريط معاملات الأوامر Command Parameters toolbar:

يظهر في شريط معاملات الأمر – الشكل (١٤)-أيقونات تتشكل حسب طبيعة الأمر الذي يتم اختياره. ففي حالة ما إذا كان الأمر ليس له تشكيلات مختلفة فإن شريط معاملات الأمر يظهر محتوياً فقط على أيقونة الشبكة البيانية كما يلي :



شكل (١٤) شريط المعاملات لأمر ليس له تشكيلات

بينما عندما نختار أحد الأوامر التي لها تشكيلات مختلفة للاستخدام ، على سبيل المثال الأمر نسخ Copy يظهر شريط المعاملات و قد أضيفت إليه الأيقونات الخاصة بأشكال أوضاع الكائن الرسومي المنسوخ كما بالشكل (١٥):

شكل (١٥) شريط المعاملات لأمر له تشكيلات

٤-٤-٦ نافذتي الإحداثيات و كتابة الأوامر : Coordinate display and Command Line

يوجدا في أعلى مساحة الرسم ، نافذة على اليسار يظهر فيه إحداثيات المؤشر ، حيث تتغير هذه الإحداثيات مع حركة المؤشر خلال مساحة الرسم . و إلى اليمين من القارئ نافذة كتابة الأوامر النصية كما بالشكل (١٦) .

شكل (١٦) نافذة بيان إحداثيات المؤشر على اليسار ، و نافذة كتابة الأوامر على اليمين

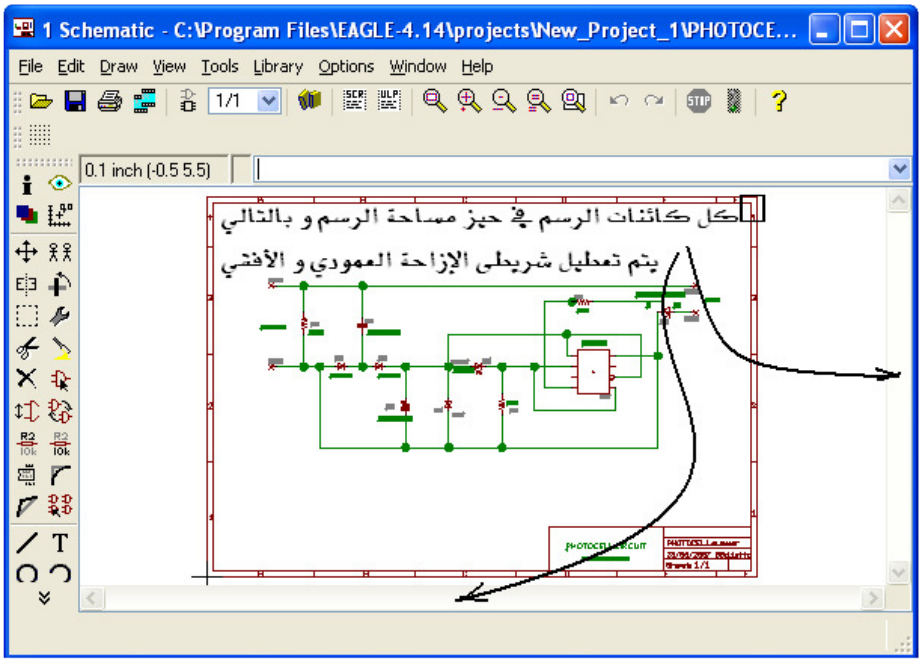
٤-٤-٧ شريط الحالة Status bar :

يوجد أسفل مساحة الرسم – الشكل (١٧)،

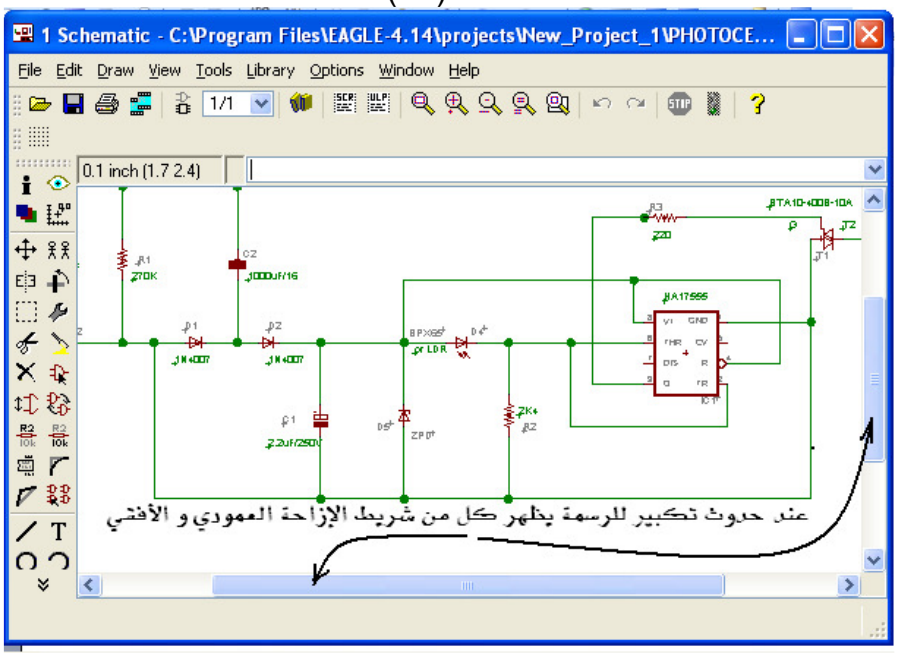
شكل (١٧) شريط الحالة

٤-٤-٨ شريط الإزاحة العمودي و الأفقي و مساحة الرسم:

إذا كانت مساحة الرسم تضم كل كائنات الرسم فإن شريطي الإزاحة العمودي والأفقي يكونا عاطلين كما بالشكل (١٨،١٩) التالي:


1 Schematic - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\New_Project_1\PHOTOCE...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
0.1 inch (-0.5 5.5)
يتم تحليل شريحتى الإزاحة العمودي و الأفقي
كل كائنات الرسم في حيز مساحة الرسم و بالتالي

شكل (١٨)


1 Schematic - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\New_Project_1\PHOTOCE...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
0.1 inch (1.7 2.4)
عند حدوث تكبير للرسمة يظهر كل من شريحة الإزاحة العمودي و الأفقي

شكل (١٩)

يَقْبلُ برنامج EAGLE الأوامرَ بطرقٍ مختلفةٍ لكنها متكافئةٍ: كنقرات الفأرة، أو النَصّ عن طريق لوحةِ المفاتيح، أَو مِنْ ملَفات (مخطوطة) الأمر.

كُلّ أشرطة الأدوات toolbars يُمْكِنُ إظهارها أَو إخفائها و ذلك من خلال استعمال القائمة Options/User Interface . و من المحتملُ أيضاً تَرتيب أشرطة الأدوات ثانية ضمن حدود معينة بمساعدة الفأرة. يُمْكِنُ أيضاً وْضَعَ شريط الأوامر، على سبيل المثال، على الجانب الأيمن، كما يمكن وضع أشرطة الأفعال و معاملات الأوامر معاً على خط واحد .

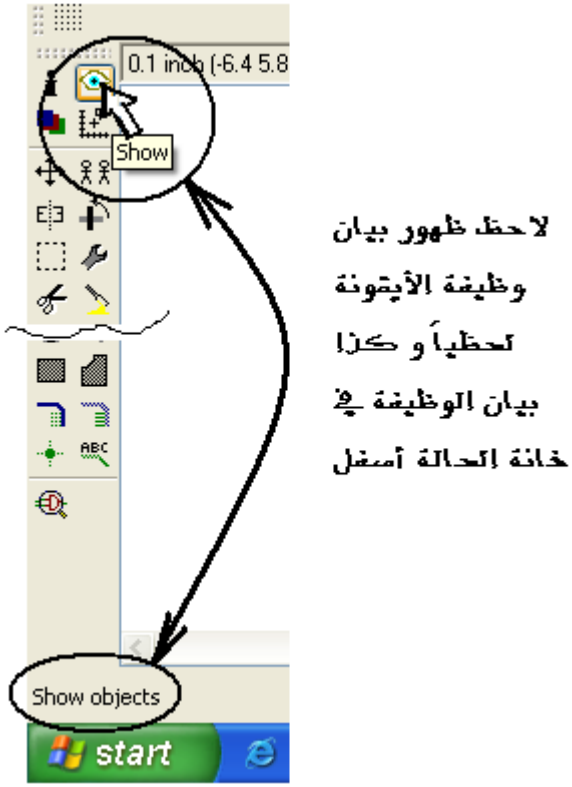
٤-٤-٩ كيف تحْصلُ على معلوماتٍ سريعة حول الأمر ؟

المساعدة اللحظية أو تعليمات الأداة Bubble Help or Tool Tips

تمثل الأيقونات الموجودة ضمن شريط الأفعال و شريط الأوامر و شريط معاملات الأمر اختصارات لأوامر البرنامج . فإذا توقفت بمؤشّر الفأرَة فوق أيقونةِ لفترة زمنية ما من الوقت، فإنه سيظهر اسم الأمر الموكل للأيقونة. و يمكنك أيضاَ رؤية شرح قصير في خانة الحالة أسفل الشاشة.

على سبيل المثال، حرّكُ المؤشّر على أيقونةِ السلكَ WIRE . فإن المساعدة اللحظية للكلمة سلك تظهر مباشرة بالمؤشّر. الوصف القصير، رسم الخطوط،كما يَظْهرُ أيضاً في خانة (شريط) الحالة أسفل الشاشة.

الشكل (٢٠) يوضح مثال آخر على المساعدة اللحظية لبيان الأمر SHOW و كذا التوجيه الموجود في خانة الحالة.



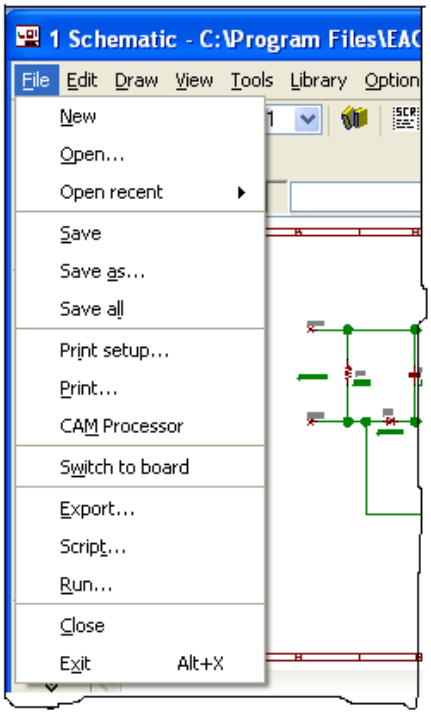
شكل (٢٠)

إذا قمت باختيار الأمر، تَظْهرُ مُلاحظةَ قصيرةَ أسفل في خَانة الحالة، إشارة إلى ما هو المتوقّع عادة في العمل القادم. على سبيل المثال، إذا قمت بالنْقرُ على أيقونةِ السلكَ WIRE ، فإن خَانة الحالة ستعْرضُ الآتي: Left-click to start wire فيما معناه أن "النقر على الزر الشمال سيؤهلك بالبدء في رسم الخط". هذه الوظائفِ يُمْكِنُ أَنْ تُنشّطَ أَو تُلغي في واجهة التحكم بواسطة قائمة الوسائل Options/User Interface.

٤-٥ شريط القوائم بنافذة محرر الرسم التخطيطي :

٤-٥-١ قائمة الملف File menu :

و تحتوى هذه القائمة على الوظائف التالية والموضحة بالشكل (٢١) :



شكل (٢١)

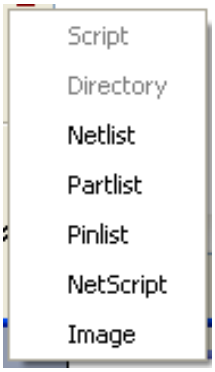
- **جديد** New: ينشئ ملفاً جديداً لرسم الدائرة الإلكترونية تخطيطياً
- **فتح** Open: يفتح ملفاً سبق وجوده ، سواء كان ملف دائرة تخطيطية أو ملف لوح دائرة مطبوعة.
- **حفظ** Save: يقوم بحفظ الملف بالاسم السابق نفسه، أو يفتح صندوق حوار لإدخال الاسم الجديد عند حفظ الملف للمرة الأولى.
- **حفظ باسم** Save as : يحفظ الملف باسم جديد عن طريق صندوق الحوار.
- **حفظ الكل** Save all : يحفظ كل الملفات المفتوحة.
- **طباعة** Print : يفتح صندوق حوار لتحديد المعاملات الخاصة بعملية الطباعة.
- **معالج CAM** CAM Processor: يمكنك من إخراج أية تركيبة من الطبقات إلى آلة طابعة printer أو راسم plotter أو إلى ملف ....الخ.
- **التحول إلى لوح الدائرة المطبوعة** Switch to board : يقوم بالتحويل من الرسم التخطيطي لدائرة إلكترونية إلى مخطط الدائرة المطبوعة لنفس الدائرة.

- **تصدير** Export : توليد ملفات نصية
- **نصي** Script : ينفذ ملف الأوامر النصية.
- **تنفيذ أو تشغيل** Run : ينفذ برنامج ULP .
- **إغلاق** Close: إغلاق الملف المستخدم مع بقاء النافذة الخاصة بواجهة التحكم مفتوحة.
- **إنهاء** Exit: الخروج من البرنامج ككل و إغلاق جميع النوافذ.

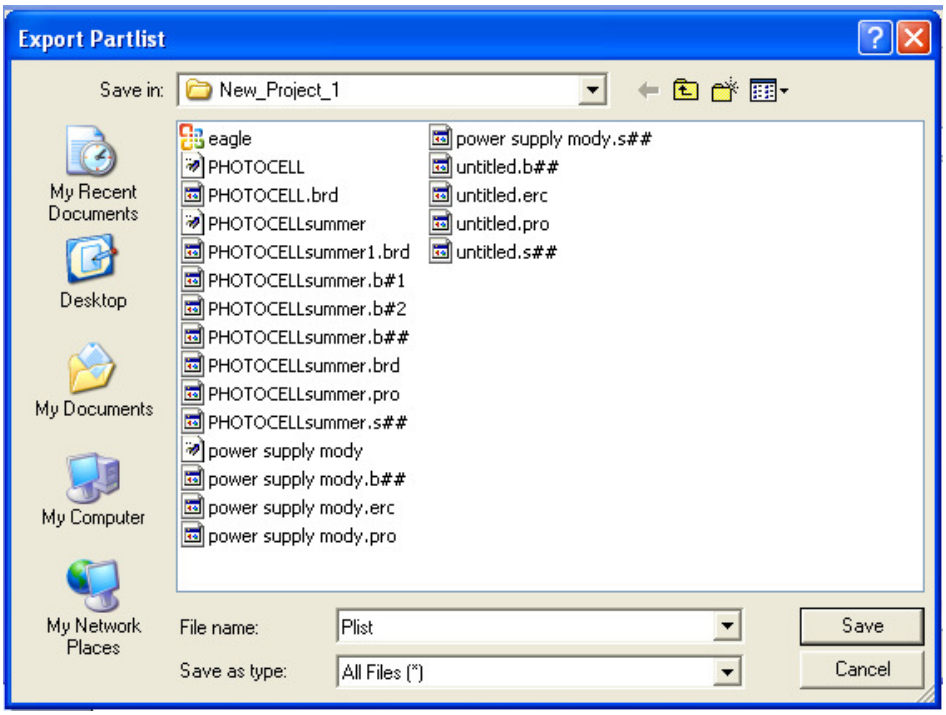
٤-٥-٢ التدريب على وظائف القائمة File :

- قم بالنقر على الوظيفة Open في القائمة File ، ثم اختر الملف demo1.sch من الحقل File(*.sch) في صندوق الحوار ، ثم انقر موافق OK .

- انقر الوظيفة Export ، و اختر من خلال صندوق الحوار الوظيفة Partlist – الشكل (٢٢)، ثم انقر Ok . اكتب الاسم Plist –الشكل (٢٣) في صندوق الحوار الثاني ثم انقر Save .



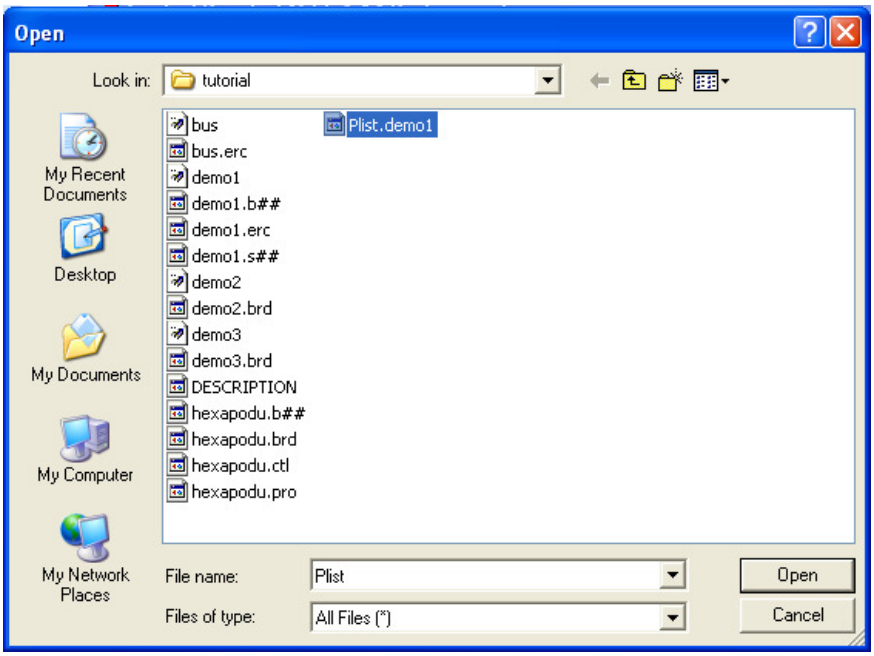
شكل (٢٢)



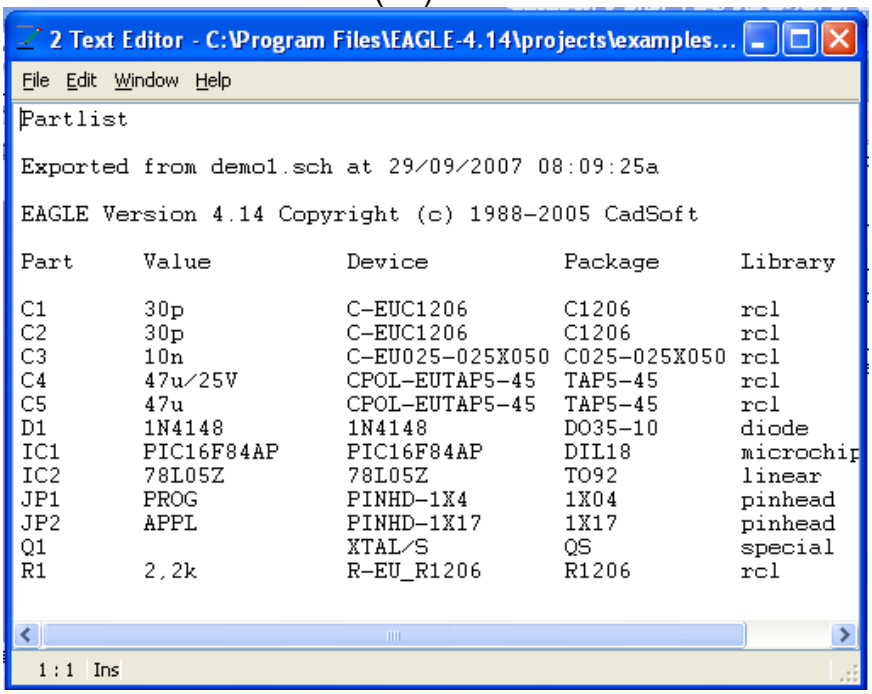
شكل (٢٣)

- انتقل إلى واجهة التحكم ، واستخدم الخيار File/Open/Text لفتح الملف الذي أنشأته. سيظهر عنها صندوق الحوار Open الشكل (٢٤) . اختر من القائمة All File(*) اسم الملف Plist.demo1 حيث ستظهر عندها نافذة الملف الشكل (٢٥) وستجد فيها قائمة بالعناصر المستخدمة في الدائرة، إضافة إلى معلومات أخرى عن قيمة العنصر و المكتبة التي أدرج منها ...الخ.

- أغلق نافذة الملف Plist.demo1 و عد إلى نافذة محرر الدائرة التخطيطية.


Open
Look in:
tutorial
My Recent Documents
Desktop
My Documents
My Computer
My Network Places
bus
bus.erc
demo1
demo1.b##
demo1.erc
demo1.s##
demo2
demo2.brd
demo3
demo3.brd
DESCRIPTION
hexapodu.b##
hexapodu.brd
hexapodu.ctl
hexapodu.pro
Plist.demo1
File name:
Plist
Files of type:
All Files (*)
Open
Cancel

شكل (٢٤)

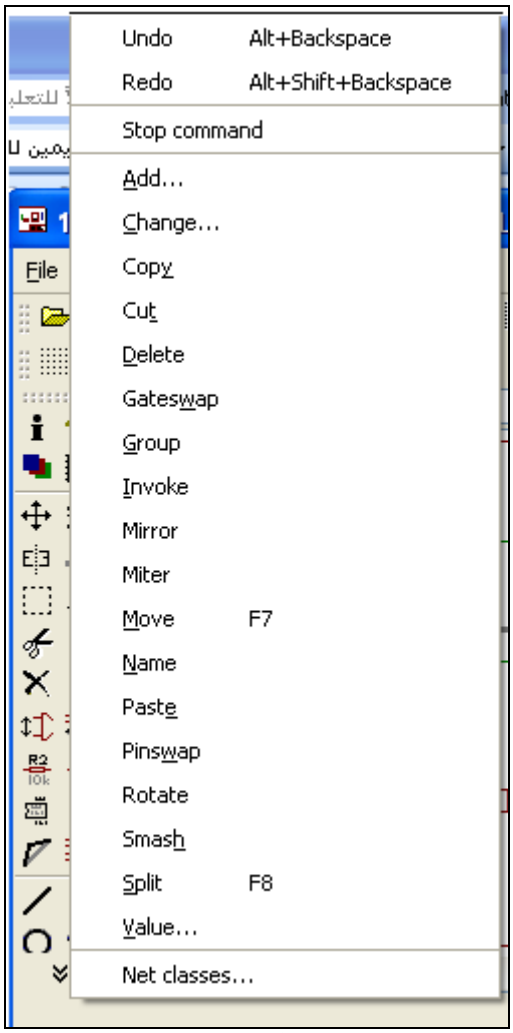

2 Text Editor - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples...
File Edit Window Help
Partlist
Exported from demo1.sch at 29/09/2007 08:09:25a
EAGLE Version 4.14 Copyright (c) 1988-2005 CadSoft
Part Value Device Package Library
C1 30p C-EUC1206 C1206 rcl
C2 30p C-EUC1206 C1206 rcl
C3 10n C-EU025-025X050 C025-025X050 rcl
C4 47u/25V CPOL-EUTAP5-45 TAP5-45 rcl
C5 47u CPOL-EUTAP5-45 TAP5-45 rcl
D1 1N4148 1N4148 DO35-10 diode
IC1 PIC16F84AP PIC16F84AP DIL18 microchip
IC2 78L05Z 78L05Z TO92 linear
JP1 PROG PINHD-1X4 1X04 pinhead
JP2 APPL PINHD-1X17 1X17 pinhead
Q1 XTAL/S QS special
R1 2.2k R-EU_R1206 R1206 rcl
1 : 1 Ins

شكل (٢٥)

- أغلق نافذة الملف " Plist.demo1 " و عد مرة أخرى إلى محرر الدائرة التخطيطية.
- قم بالنقر على الوظيفة New لفتح نافذة عمل جديدة.
- ستظهر نافذة محرر الدائرة التخطيطية فارغة، و قد اسند البرنامج للملف الجديد الاسم Untitled.sch و الذي سيظهر مكتوباً خلال شريط العنوان. لاحظ أن البرنامج قام تلقائياً بإغلاق الملف السابق.
- انقر الوظيفة Save (أو Save as ،إذ لا فرق بين الحالتين لأن الملف جديد)
- اكتب اسم الملف في الحقل Name ف صندوق الحوار – وليكن " ex1 "-ثم انقر موافق Ok .
- أصبح الاسم الذي قمت بتسجيله ظاهراً في شريط العنوان ، أغلق النافذة بالنقر على الوظيفة Close .
- لاحظ وجود الأيقونة الخاصة بهذا الملف ضمن الأيقونات الموجودة في واجهة التحكم.
- انقر بالزر الأيمن فوق الأيقونة و لاحظ ظهور قائمة منبثقة تحوي العديد من الخيارات.
- انقر الخيار Delete لحذف الملف ، و انقر Ok ضمن النافذة الخاصة بتأكيد رغبتك بالحذف.

٤-٥-٣ قائمة التحرير Edit menu :

و تحتوي هذه القائمة على الوظائف التالية بالشكل (٢٦):



شكل (٢٦)

- **تراجع** Undo : للتراجع عن تنفيذ آخر أمر
- **إعادة التنفيذ** Redo : لإعادة تنفيذ آخر أمر تم التراجع عنه.
- **إضافة** Add : يقوم هذا الأمر بفتح صندوق حوار لاختيار عنصر أو رمز من المكتبة الفعالة من أجل إدراجه ضمن الرسم .

ملحوظة :

تم تصنيف العناصر المستخدمة في رسم الدوائر ضمن ما يسمى " المكتبات" ، وذلك تسهيلاً للوصول إليها. و عند استخدام الأمر ADD للمرة الأولى في مشروع

جديد New Project و لم يسبق لك القيام بتحديد مكتبة ، يقوم البرنامج تلقائياً بتحميل صندوق الحوار Use لتحديد المكتبة التي ترغب باستخدامها.

- **تغيير** Change : تغيير المعاملات المستخدمة من قبل بعض الأوامر .
- **نسخ** Copy : نسخ الكائن الذي يتم تحديده ، بالنقر عليه بزر الفأرة الأيسر.
- **قص** Cut : قص المجموعة التي يتم تحديدها.

ملاحظات :

-يطبق الأمر COPY على الأسلاك Wire و الوصلات الشبكية Nets والمسارات العمومية Buses .

-لا يقوم الأمر CUT بقص المجموعة من النافذة، و لكن يأخذ نسخة منها إلى الحافظة مع بقاء المجموعة الأصلية ضمن النافذة.

-يستخدم الأمر COPY ضمن النافذة نفسها فقط، في حين يمكن استخدام الأمر CUT لنسخ المجموعات المختلفة من نافذة لأخرى أو ضمن النافذة نفسها حتى لو احتوت المجموعة على كائن واحد.

- **حذف** Delete : حذف الكائن الرسومي الذي يتم تحديده.
- **مبادلة البوابات** Gateswap : عند استخدام هذا الأمر ستتم مبادلة بوابتين في الرسم مع بعضهما بعد تحديدهما.
- **تجميع** Group : يستخدم لتعيين عدد من الكائنات الرسومية كمجموعة يتم التعامل معها على أنها كائن رسومي واحد .
- **إحضار** Invoke : يستخدم لاختيار جزء معين من أداة محددة و إدراجه في مخطط الدائرة.
- **عكس** Mirror : يعكس المجموعات أو الكائنات الرسومية بالنسبة إلى المحور الرأسي للرسم.
- **تحريك** Move : يحرك الكائنات الرسومية و العناصر.
- **تسمية** Name : يظهر و يغير أسماء الكائنات الرسومية و العناصر.
- **لصق** Paste : يقوم بإدراج محتويات الحافظة في الرسم.
- **مبادلة الأخراف الدبوسية** Pinswap : تستخدم لمبادلة الأطراف الدبوسية في الرمز نفسه، على أن تمتلك نفس مستوى التبادل Swaplevel . سيتم توضيح مفهوم مستوى التبادل فيما بعد.
- **تدوير** Rotate : تدوير الكائن الرسومي الذي يتم تحديده بزاوية مقدارها ٩٠ درجة عند كل نقرة.
- **فصل** Smash : يفصل الاسم و القيمة عن العنصر.

- **تقسيم** Split : يقسم السلك أو المضلع إلى قطع مستقيمة . حيث يتم تعيين نقطة التقسيم باستخدام الفأرة . و يستفاد من الأمر، على سبيل المثال، لإضافة انحناءة إلى السلك.
- **وضع القيمة** Value : يتم من خلاله وضع القيمة المسندة للكائن الرسومي المدرج في الرسم.

٤-٥-٤ التدريب على وظائف القائمة Edit :

- افتح الملف demo1.sch (الأمر Open من القائمة File)
- خزن الملف بأي اسم آخر – باستخدام الأمر Save as –و ذلك حرصاً على عدم ضياع الملف الأصلي.
- لإضافة العناصر إلى الرسم اختر الأمر Add ، انقر في صندوق الحوار Add المكتبة المطلوبة و عائلة العنصر ثم العنصر المطلوب، ثم اضغط موافق Ok. انقر في مكان فارغ ضمن مساحة الرسم لإدراج العنصر. كرر هذه العملية من أجل عنصر آخر.

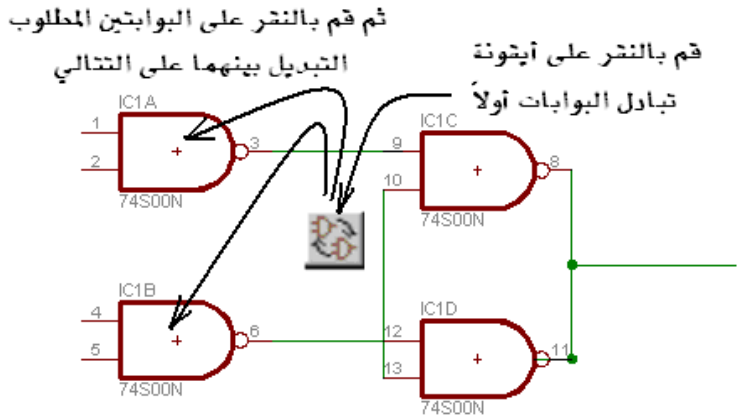
ملحوظة :
يوجد غالباً رقم مرافق لأسماء بعض العناصر يعبر عن الطول الحقيقي للعنصر بوحدة المليمتر، فمثلاً يدل اسم الثنائي DO201-15 على أن طول الثنائي يساوي ١٥ مليمتر.

- يمكنك تنفيذ أوامر القص Cut و اللصق Paste و النسخ Copy مراعياً الملاحظة المذكورة أثناء شرح الأوامر حول مجال تطبيق كل منها

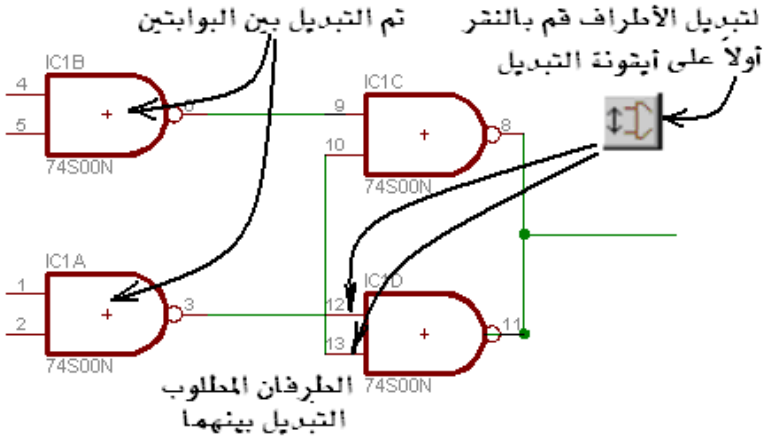
ملحوظة :
لاحظ أنه عندما تحاول اختيار أحد الكائنات الرسومية في منطقة مزدحمة من الرسم ، لتقوم بنسخه Copy مثلاً، ستلاحظ أنه سيتم إضاءته أو إضاءة أحد الكائنات الرسومية المجاورة و يتغير شكل المؤشر من خطين متقاطعين إلى سهمين متقاطعين . و هنا يمكنك التنقل بين الكائنات الرسومية المتجاورة باستخدام الزر الأيمن للفأرة حتى تتم إضاءة الكائن الرسومي المرغوب و عندها يكفي أن تقوم بنقر الزر الأيسر لتنفيذ الأمر عليه . و تنطبق هذه الملاحظة على أوامر أخرى مثل: Delete و Move .....الخ.

- نفذ الأمر Gateswap على البوابتين IC1A و IC1B . اختر الأمر ثم انقر البوابتين على التتالي و لاحظ عملية التبادل بينهما-الشكلين (٢٨،٢٧).

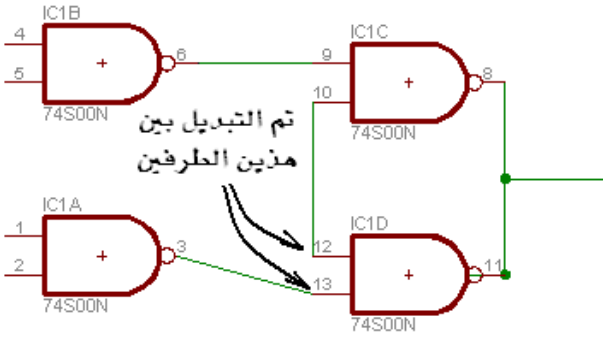
ملحوظة:
حسب الطلب استخدم المفتاح F3 لتكبير الرسم و المفتاح F4 لتصغيره. و استفد من شريطي الإزاحة لتظهر منطقة معينة من الرسم على الشاشة.



شكل (٢٧)



شكل (٢٨)



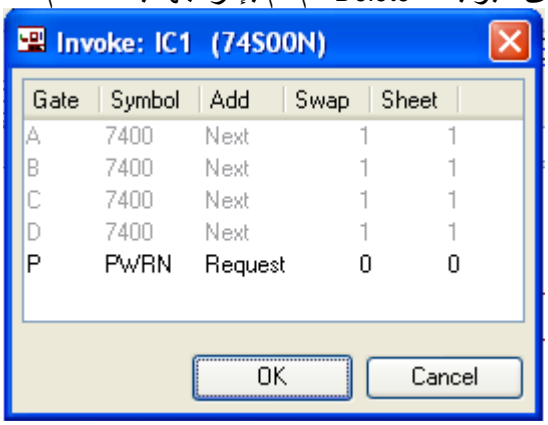
شكل (٢٩)

- يمكنك إجراء التبادل بين الأطراف الدبوسية Pins الخاصة ببوابة معينة باستخدام الأمر Pinswap . اختر الأمر ثم انقر الطرفين الدبوسين على التتالي ولاحظ ما سيحدث . كرر العمل من البداية و لاحظ عودة الأطراف الدبوسية إلى الوضع الأصلي . لاحظ أن الأسلاك المرتبطة بالأطراف الدبوسية التي يتم مبادلتها تتحرك أيضاً – الشكلين (٢٨،٢٩).
- اختر الأمر Group ثم ارسم –بالنقر و السحب-إطاراً يحيط بمجموعة من العناصر.
- اختر الأمر Mirror ثم انقر ضمن مساحة الرسم بالزر الأيمن لتنفيذ الأمر على المجموعة التي سبق تحديدها و لاحظ أن الانعكاس يتم بالنسبة للمحور الرأسي المحدد بالنقطة التي يتم النقر عندها.
- اختر الأمر Rotate و نفذه على الكائنات الرسومية المفردة ثم على المجموعات باستخدام الزر الأيمن.

ملحوظة :
تبقى المجموعة المحددة معينة حتى يتم تعيين مجموعة أخرى ما لم يتم إيقاف الأمر.

- يمكنك ملاحظة أنه تم استخدام البوابات الأربع الموجودة في الدائرة المتكاملة 7400 ، إلا أنه يتبقى لدينا جزء لم يتم استخدامه وهو أقطاب التغذية الكهربائية، حيث تهمل عادة لأن توصيلها يتم بشكل تلقائي من قبل البرنامج عند الانتقال إلى لوح الدائرة المطبوعة . و لكن قد تحتاج في بعض الأحيان إلى توصيل هذه الأقطاب إلى جهود خاصة و عندها يمكن إدراجها باستخدام الأمر Invoke . اختر هذا الأمر ثم انقر فوق إحدى البوابات، ستلاحظ في صندوق الحوار-الشكل (٣٠)-تعداداً لأجزاء الدائرة المتكاملة و قد أُشير

بنجمة صغيرة إلى الأجزاء المدرجة بالرسم ، حدد السطر الدال على أقطاب التغذية (.... P Power) ثم انقر Ok. ستلاحظ التصاق الرمز الخاص بها بالمؤشر ، انقر ضمن مساحة الرسم لإدراجها. عد إلى الأمر Invoke ولاحظ وجود النجمة الصغيرة إلى جانب رمز التغذية . لزيادة فهم هذا الأمر قم بحذف إحدى البوابات Delete ثم قم بإدراجها باستخدام الطريقة السابقة



شكل (٣٠)

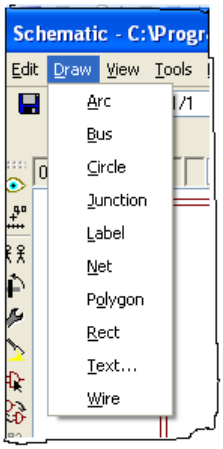
- يمكنك التراجع عن عملية الحذف باستخدام الأمر Undo=F9 أيضاً. جرب ذلك .
- كما يمكنك تكرار الحذف – بعد التراجع عنه-بالأمر Redo=F10 . جرب ذلك.
- قد يحدث أن لا تستقر البوابة في مكانها الصحيح -بعد إعادة إدراجها-وعندها يمكن تحريكها باستخدام الأمر Move=F7 .
- يقوم البرنامج تلقائياً بإدراج اسم و قيمة العنصر ضمن الرسم و فقاً لتعريف العنصر في المكتبات المجلوب منها. و لكن قد تحتاج أحياناً إلى تغيير الاسم الأصلي للعنصر، و عندها يمكنك استخدام الأمر Name لتنفيذ ذلك. سيظهر لديك صندوق يتيح لك إدخال الاسم الجديد. كما يمكنك تنفيذ العملية نفسها بالنسبة لقيمة العنصر باستخدام الأمر Value .
- يتم إدراج النصين الدالين على اسم العنصر Name و قيمته Value في مكان محدد بالنسبة له، (بالنسبة للمقاومة مثلاً Name=R1, Value=5) ، و لكن قد تضطر إلى تغيير هذا المكان لإظهار النص بشكل أكثر وضوحاً نظراً لازدحام الأسلاك مثلاً. و لكن لن تتمكن من تحريك النص إلا بفصله عن الكائن المرتبط به . قم بتكبير الرسم بالضغط على F3 (يمكن استخدام F4 لتصغير الرسم كما يمكن استخدام الأيقونات الخاصة بذلك و سيتم شرحها في حينه) ، اختر الأمر Move ثم حاول تغيير مكان النصين المرتبطين بهذه

الدائرة. إذا لم تتمكن من ذلك اختر الأمر Smash و انقر الدائرة المتكاملة 555 ، أعد المحاولة . يمكنك تدوير النص باستخدام الزر الأيمن بعد اختياره بالأمر Move .

- اختر الأمر Split ثم اختر إحدى الوصلات الشبكية Nets و لاحظ كيفية تحرك الوصلة التي يمكن تثبيتها بالنقر مرة أخرى.
- يبقى لدينا من هذه القائمة الأمر Change و سنؤجله ريثما نتعرف على الأمر Text في القائمة التالية. أغلق النافذة، ستظهر رسالة تحثك على حفظ التغييرات التي أحدثتها حيث يمكنك حفظها بالنقر على الزر Yes أو عدم الحفظ بالنقر على الزر No .

٤-٥-٥ قائمة الرسم Draw menu :

تحتوي هذه القائمة على الأوامر الموضحة بالشكل (٣١) التالي :



شكل (٣١)

- **قوس** Arc : يستخدم في رسم أقواس باختلاف عرضها و طولها و قطرها.
- **مسار عمومي** Bus : يتم من خلاله رسم المسارات العمومية للبيانات Data bus و العنونة Address bus ....الخ.
- **دائرة هندسية** Circle : يستخدم في رسم دوائر هندسية إلى الرسم.
- **نقطة اتصال** Junction : يتم بواسطته وضع نقاط الاتصال في الدائرة الإلكترونية.
- **بطاقة نصية** Label : يفيد في إلصاق بطاقات نصية بالمسارات العمومية والوصلات الشبكية Nets . تحمل البطاقات الاسم الأصلي للمسار العمومي أو الوصلة الشبكية.

- **وصلة شبكية** Net : يقوم برسم الوصلات التي تمثل الشبكة الكهربية بين عناصر الدائرة الإلكترونية.
- **مضلع** Polygon : يستخدم لرسم المضلعات.
- **مستطيل** Rect : يتم بواسطته إضافة مستطيلات إلى الرسم.
- **نص** Text : يضيف نصاً إلى الرسم .
- **سلك** Wire : يستخدم لإضافة الأسلاك إلى الدائرة و رسم الخطوط في مختلف الطبقات.

٤-٥-٦ التدريب على وظائف القائمة Draw :

- قم بفتح الملف السابق.
- اختر الأمر Arc ، و لاحظ أن النقرة الأولى ضمن مساحة الرسم تحدد نقطة من محيط الدائرة التي يعتبر القوس جزءا منها، و تحدد النقرة الثانية قطر هذه الدائرة ، و يتم تحديد طول القوس بالنقرة الثالثة. بالاستفادة من المعاملات الموجودة في شريط معاملات الأمر –يمكن تغيير طبقة الرسم و عرض الخط واتجاه دوران القوس. حاول أن ترسم أقواس مختلفة و لاحظ أثر كل معامل على الأقواس.
- للتدرب على استخدام الأمر Bus ، قم أولاً بإدراج الدائرة المتكاملة ADC0801 إلى جانب الدائرة المتكاملة IC1 ، و ذلك من المكتبة linear.lbr باستخدام الأمر Add .

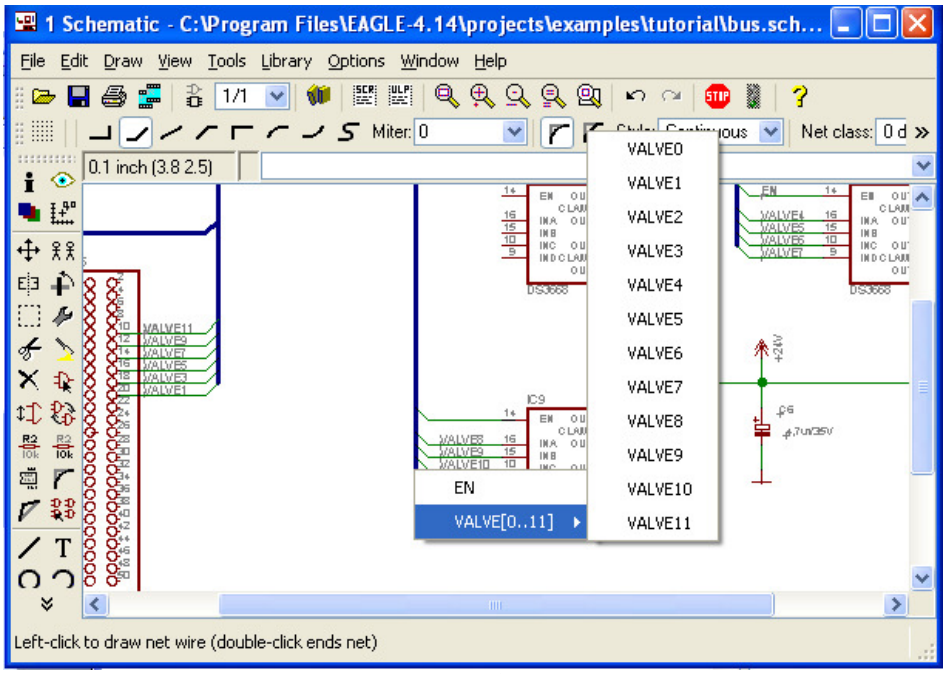
ملحوظة :

لا تنسى استخدام الزر Use لتحميل المكتبة linear.lbr في حال عدم توفرها مع الأمر Add كما سبق و توضيح ذلك.

- استخدم الأمر Bus لرسم المسار العمومي في حالة الدوائر الرقمية التي تتعدد فيها الوصلات المتعاقبة على أطراف الدوائر المتكاملة الرقمية، حيث يتم رسم خط مفرد أزرق اللون يعبر عن مجموعة من الوصلات Nets و هو ما يشابه الضفائر السلكية المعمول بها في تجميع وحدات الأجهزة الإلكترونية. لاحظ ذلك في ملف الشكل التخطيطي bus.sch .
- عند رسم المسار العمومي Bus الجديد، يقوم البرنامج آلياً بتسميته بالاسم (B$1). قم مباشرة بتغيير اسمه باستخدام الأمر Name ليصبح مثلاً A[1..10] . ولهذا الاسم معنى هام حيث يعبر عن مسميات أطراف دائرة متكاملة مثل Address و عدد هذه الأطراف يساوي ١٠ أطراف. و بالتالي يتم ربط

الطرف A1 مثلاً على كل الأطراف الدبوسية المناظرة لعدد من الدوائر المتكاملة الرقمية و كذا مقابس أو أي دائرة أخرى مختلفة و على ذلك تكون الوصلة في المسار العمومي معرفة بالمسمى A1 و ترتبط مع أطراف دبوسيه متناظرة في الدوائر المتكاملة المتناظرة أو مع أطراف أخرى في دوائر متكاملة أخرى أو مقابس كما بالشكل (٣٢).

- استخدم الأمر Net لوصل أطراف الدائرة المتكاملة الدبوسية مع المسار العمومي. و هي معلومة هامة يستخدمها البرنامج عند التحويل إلى الدائرة المطبوعة حيث يتم رسم المسار العمومي عندها كمسارات نحاسية tracks منفصلة . على سبيل المثال قم برسم وصلة تبدأ بإحدى الأطراف الدبوسية على أحد الدوائر المتكاملة و تنتهي على المسار العمومي. فعند النقر على منطقة المسار العمومي لإنهاء الوصلة ستظهر لك قائمة منبثقة تحتوي على مجموعة تعريف الوصلات التي سبق تعريفها، حيث يدل كل تعريف على إحدى الوصلات الموجودة ضمن المسار العمومي . قم بالنقر على إحداها لتحديد مسمى الوصلة التي ترغب في الوصل معها. اضغط الزر Esc للبدء برسم وصلة جديدة. كرر العمل من أجل الوصلات الأخرى الباقية. لاحظ أنه يمكن رسم وصلتين ترتبطان بالوصلة نفسها من القائمة.



شكل (٣٢)

- استخدم الأمر Circle لرسم الدوائر و لاحظ أن النقرة الأولى تحدد مركز الدائرة و النقرة الثانية تحدد قطرها. و بنفس الطريقة يتم رسم المربعات وكذا المستطيلات باستخدام الأمر Rect .
- ارسم مضلعات غير منتظمة باستخدام الأمر Polygon . و لاحظ أن إغلاق المضلع يتم بسهولة عند النقر مرتين متتاليتين.
- اختر الأمر JUNCTION ثم قم بالنقر على مكان تقاطع وصلتين-الخطوط الخضراء-سيظهر لك البرنامج رسالة تحدد لك أسماء الوصلات التي ستقوم بوصلها و تسألك إن كنت متأكداً من رغبتك في الوصل أم لا، لأن هذه العملية قد تسبب قصراً في الدائرة.
- اختر الأمر LABEL ثم انقر واحداً من المسارات العمومية-سيظهر مستطيل مرتبط بالمؤشر ، انقر مرة ثانية في مكان قريب من المسار العمومي. سيتم عندها إدراج بطاقة نصية كتب فيها اسم المسار العمومي نفسه. قم بتغيير اسم المسار العمومي باستخدام الأمر Name . لاحظ تغير النص الموجود في البطاقة. يمكنك تدوير البطاقة النصية باستخدام الزر الأيمن من أجل المسارات العمودية. يمكن استخدام البطاقات النصية من أجل الوصلات الشبكية Nets.
- إذا أردت إدراج نص في مكان ما من الدائرة –مثلا اسم الدائرة أو اسم المصمم ....الخ-اختر الأمر TEXT ثم اكتب ما تريده فيه باللغة الانجليزية إذ لا يمكن استخدام العربية هنا-ثم انقر موافق Ok.
- استخدم الأمر CHANGE الموجود بالقائمة Edit لتغيير خصائص النص من خلال القائمة المنبثقة التي تظهر على الشاشة. تستخدم الوظيفة Size لتغيير مقاس النص من خلال قائمة منبثقة، و تستخدم الوظيفة ..Ratio لتغيير ثخانة الخط من خلال صندوق الحوار Change Ratio ، و تستخدم الوظيفة Text لتغيير النص من خلال صندوق الحوار Change Text الذي يظهر بعد اختيار أحد النصوص في الدائرة.

ملحوظة:
ينطبق هذا الأمر على النصوص التي يتم إدراجها بالأمر TEXT و لا يمكن تطبيقه على النصوص الخاصة بأسماء العناصر مثلاً.

- اختر الأمر WIRE لرسم خطوط مستقيمة في طبقات مختلفة – يمكن تغيير الطبقة الفعالة Active layer عن طريق شريط معاملات الأمر أو استخدام الخيار Layer الموجود في القائمة المنبثقة للأمر CHANGE –و لاحظ تغير لون الخط تبعاً للون الخاص بالطبقة الفعالة.

ملحوظة:

يتم رسم الدائرة في عدة طبقات ، إذ يتم رسم العناصر مثلاً في الطبقة Symbols ، بينما يتم رسم الوصلات الشبكية nets في الطبقة Nets ، و يتم رسم المسار العمومي في الطبقة Buses .....الخ. لاحظ أن بعض الرسومات لا يمكن تغيير طبقتها حتى و إن قمت بتغيير الطبقة الفعالة، إذ سيقوم البرنامج تلقائياً بإعادتها إلى الطبقة المناسبة. قم بتجربة ذلك مع الأمرين Net و Bus .

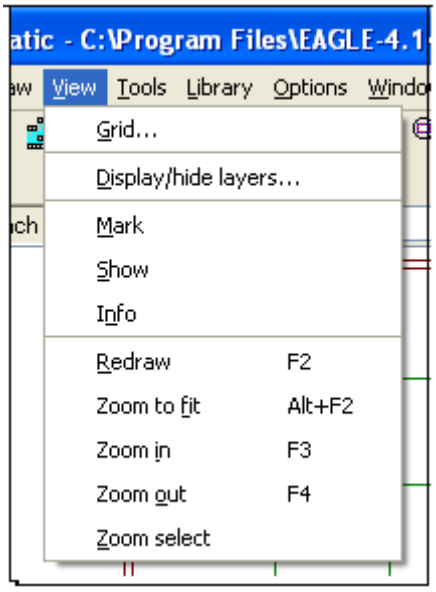
٤-٥-٧ قائمة المشاهدة View menu :

هذه القائمة كما تظهر بالشكل (٣٣) تحتوى على الأوامر التالية:

- **شبكة** Grid : يتم بواسطته تحديد خواص الشبكة البيانية عن طريق صندوق حوار Grid .

- **إظهار أو إخفاء الطبقات** Display/hide layers : يتم بواسطته إظهار أو إخفاء طبقات الرسم و ذلك عن طريق صندوق الحوار Display .

- **علامة** Mark : يتم بواسطته إدراج علامة مرجعية في مساحة الرسم على شكل إشارة (+) . حيث يتم اعتماد هذه العلامة من قبل البرنامج كبداية للإحداثيات. و يمكن الاستفادة من ذلك في تحديد أبعاد اللوح المطبوع أو البعد بين كائنين .....الخ.

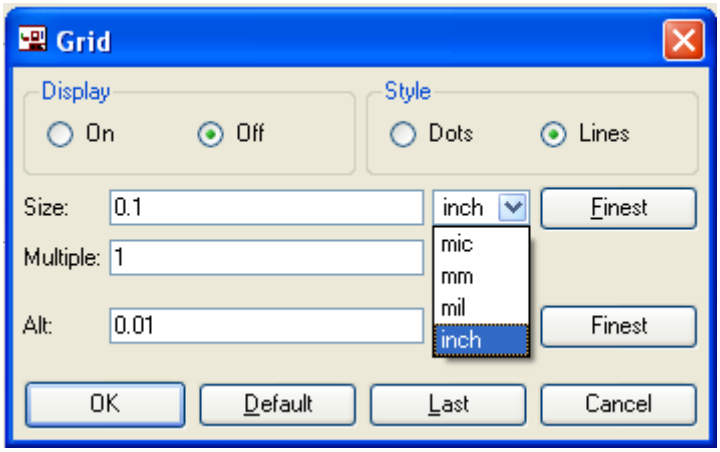


شكل (٣٣)

- **بيان** Show : يمكن استخدامه للتأكد من اتصال الكائنات الرسومية بعضها ببعض و ذلك بظهورها أكثر إضاءة عند النقر عليها.
- **معلومات** Info : يستخدم لبيان معلومات عن العنصر الذي يتم اختياره. فبالنسبة للأسلاك مثلاً يظهر عرض السلك ، أو رقم الطبقة التي تم إدراجها فيها، ....الخ.
- **ملائمة** Zoom to fit : يتم بواسطته تعديل مقياس الرسم لتظهر الدائرة الإلكترونية كاملة ضمن مساحة الرسم.
- **تكبير** Zoom in : يتم بواسطته تكبير الرسم و ذلك عند كل نقرة بالفأرة.
- **تصغير** Zoom Out : يتم بواسطته تصغير الرسم و ذلك عند كل نقرة بالفأرة.
- **إعادة رسم** Redraw : يستخدم لترميم خطوط الشبكة و الكائنات الرسومية الموجودة ضمن مساحة الرسم بعد القيام بعملية حذف الكائنات أو تحريكها.
- **اختيار المقياس** Zoom Select : يستخدم لتكبير منطقة معينة بتحديدها بواسطة الفأرة بحيث تملأ كامل مساحة الرسم.

٤-٥-٨ التدريب على وظائف القائمة View :

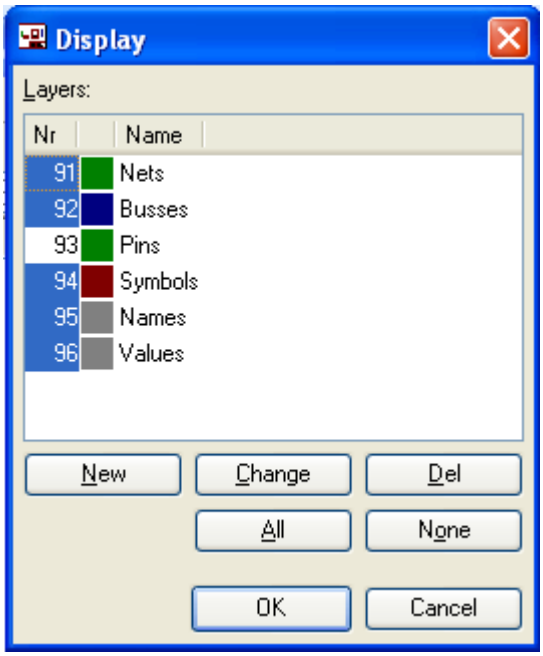
- قم بتحميل أحد الملفات من تفريع
- اختر الأمر GRID لإظهار صندوق الحوار الخاص به كما هو بالشكل (٣٤).
- توجد عدة حقول ضمن هذا الصندوق و هي : الحقل الأول لإظهار الشبكة (Display) يفيد إظهار (On) أو إخفاء (Off) الشبكة، و الحقل الثاني لهيئة الشبكة (Style) يخيرك بين إظهار الشبكة على هيئة نقاط (Dots) أو على هيئة خطوط (Lines). أما حقل وحدات Units القياس فيظهر في صورة قائمة منسدلة حيث يتم تحديد الوحدة التي يعتمدها البرنامج لإظهار الإحداثيات، حيث تتوفر صور الوحدات الأربع التالية : الميكرومتر (1mm=1000mic) والميليمتر (1m=1000mm) و الميلي بوصة أو المعروفة بالمل (1inch=1000mil) والبوصة (1inch=25.4mm).



شكل (٣٤)

و تعتبر هذه الخيارات مفيدة جداً أثناء إضافة العناصر إلى المكتبات كما سيتم إيضاحه فيما بعد في باب خاص. بينما حقل المقاس Size يحدد البعد الشبكي بين خطين (نقطتين) متتاليتين،و يحدد الحقل Multiple تكرارية الخطوط (النقاط) . و عند النقر على الزر Finest يصبح البعد الشبكي صغيراً جداً مما يسهل عملية تحريك الكائنات بدقة لمسافات صغيرة. أما الزر Default فيقوم باستعادة القيم الافتراضية للشبكة ، في حين يقوم الزر Last باستعادة القيم التي قمت بتحديدها آخر مرة ، و يستخدم عادة بعد استخدام الزر Finest مباشرة. قم بتجربة هذه الحالات و لاحظ تغير قيم الإحداثيات و الوحدات ضمن الحقل المخصص لذلك.

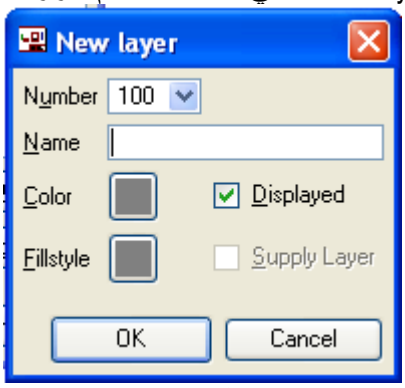
- عند اختيار الأمر Display/hide layers يظهر صندوق الحوار المبين بالشكل (٣٥) التالي:



شكل (٣٥)

- من المعروف أن رسم الكائنات الرسومية الموجودة بدائرة ما يتم في عدة طبقات رسم ،فالحدود الخارجية للعنصر ترسم باللون الأحمر في طبقة Symbols، ويرسم اسم الكائن Name في الطبقة Names باللون الرمادي و هكذا لباقي الطبقات. فصندوق الحوار Display يساعدك على تحديد الطبقات التي ترغب في إظهارها ضمن مساحة الرسم. بينما الزر None يقوم بإخفاء جميع الطبقات – جرب ذلك-و يظهر الزر All لجميع الطبقات، في حين يمكن أن تظهر أو تخفي طبقات معينة بالنقر ضمن المربع المخصص لذلك بجوار اسم كل طبقة. كما يتيح لك هذا البرنامج إمكانية تعريف طبقات جديدة بالنقر على الزر New و الذي يعطي صندوق الحوار المبين في الشكل (٣٦) . حيث يمكنك تحديد رقم الطبقة Number و اسمها Name و لونها Color و نموذج الملء Fillstyle و كونها ظاهرة أو لا Displayed . أما الخيار Supply layer فيكون فعالاً من أجل طبقات التغذية فقط، من الطبقة الثانية و حتى الخامسة عشرة ضمناً ، وهى غير متاحة في النسخة التعليمية للبرنامج. و يتيح لك الزر Change في صندوق الحوار Display تغيير صفات طبقة معرفة

مسبقاً بواسطة صندوق الحوار Change layer properties و الذي يماثل تماماً صندوق الحوار New layer . في حين يستخدم الزر Delete لإلغاء الطبقات.



شكل (٣٦)

ملحوظة :

يبدأ رقم الطبقة التي تقوم بتعريفها من الرقم 100 و ينتهي عند 255 ، لان الطبقات من 1 الى 99 محجوزة لكي تستخدم من قبل الشركة المبرمجة ، سواء في هذه النسخة من البرنامج أو في النسخ المطورة لاحقاً.

- اختر الأمر Mark، ولاحظ أنه عند النقر في مساحة الرسم سيتم إدراج علامة (+) تعتبر من الآن فصاعداً مبدأ الإحداثيات . حرك المؤشر و لاحظ تغير الإحداثيات . حاول قياس البعد بين وصلتين Nets.

ملحوظة:

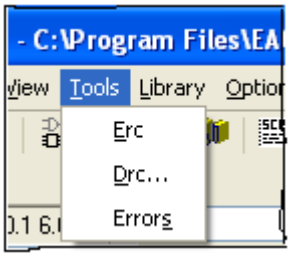
قد تحتاج في بعض الأحيان إلى قياس بعد صغير-أصغر من البعد الشبكي Size وعندها يجب تغيير خواص الشبكة. و لإجراء ذلك استخدم الزر Finnest في صندوق الحوار Grid.

- اختر الأمر Show ، ثم انقر أي كائن تختاره و لاحظ كيف أصبح مضيئاً. انقر مسار عمومي Bus و ستظهر الدوائر المتكاملة المتصلة معه بشكل واضح. وأخيراً انقر إحدى الوصلات المرتبطة بالمسار العمومي ، تذكر أن المسار العمومي يتألف من عدة وصلات، و لاحظ أن الوصلات التي تحمل الاسم نفسه تصبح مضيئة أيضاً . لاحظ ظهور اسم الكائن المضيء ضمن حقل التلميحات.
- يمكنك باستخدام الأمر Info معرفة معلومات عن الكائن الذي يتم النقر عليه. تأكد بمساعدة هذا الأمر من أن الوصلات التي تمت إضاءتها في الفقرة السابقة تحمل الاسم نفسه.

- ارسم باستخدام الأمر Rect مستطيلاً يغطي جزءاً من الدائرة . قم بحذف المستطيل-الأمر Delete –و تذكر أن اختيار المستطيل يتم بالنقر على النقطة التي بدأنا رسمه منها. لاحظ اختفاء الكائنات التي كان المضلع يغطيها. اختر الأمر Redraw و لاحظ ظهورها من جديد.
- تتعلق بقية الأوامر في هذه القائمة بتكبير و تصغير الرسم كما تم شرحها سابقاً و توضيحها لاحقاً. لاحظ أنه من الممكن استخدام الاختصارات المدونة إلى جانب كل أمر. فمثلاً يمكن استخدام F3 لتكبير الرسم عوضاً عن الأمر ZOOM IN . و تذكر أن تنفيذ الأمر ZOOM SELECT يحتاج إلى إحاطة المنطقة المرغوبة بمستطيل يتم رسمه بواسطة الفأرة بعد تفعيل الأمر مباشرة.

٤-٥-٩ قائمة الأدوات Tools menu :

هذه القائمة و المبينة بالشكل (٣٧) تحتوي على الأوامر التالية :



شكل (٣٧)

- **اختبار قواعد الكهرباء** Electrical Rule check (ERC) : بتنفيذ هذا الأمر يتم فتح ملف نصي يتم فيه تسجيل الأخطاء و التحذيرات المتعلقة بوجود قصر في الدائرة أو نقاط غير موصولة . و يتم بواسطته إجراء الاختبار الكهربائي للدائرة قبل البدء بعملية التحويل إلى الدائرة المطبوعة.
- **اختبار قواعد التصميم** Design Rule Check (DRC) : لا تستخدم في الرسم التخطيطي و تستخدم في تخطيط اللوح.
- **الأخطاء** Errors : لا تستخدم في الرسم التخطيطي و تستخدم في تخطيط اللوح.

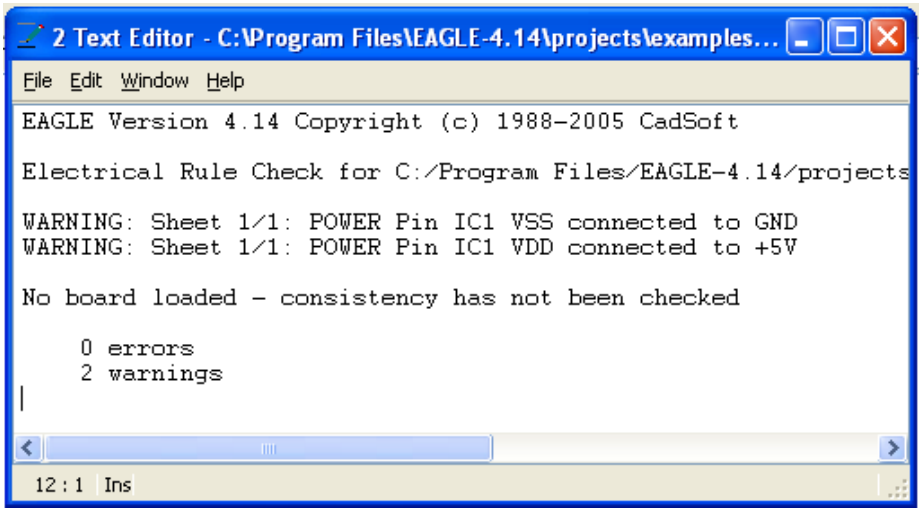
٤-٥-١٠ التدريب على وظائف القائمة Tools :

- افتح الملف demo1.sch

- اختر الأمر ERC.
- ستظهر النافذة الخاصة بمحرر النصوص مبينة بذلك نتيجة الفحص كما بالشكل (٣٨). و نجد فيها ما يلي وفقاً لترتيب الأسطر :

-معلومات عن نسخة البرنامج
-محتويات هذا النص و اسم الملف بالكامل (مع المسار)
-تحذير WARNING : الصفحة 1/1 : نقطة وصل التغذية Vss للدائرة المتكاملة IC1 متصلة بالجهد GND .
-تحذير : الصفحة 1/1 : نقطة وصل التغذية Vdd للدائرة المتكاملة IC1 متصلة بالجهد +5v .
-لم يتم تحميل الدائرة المطبوعة –و لم يتم التحري عن الارتباط بين الدائرة المطبوعة و التخطيطية.
-عدد الأخطاء صفر
-عدد التحذيرات اثنان.

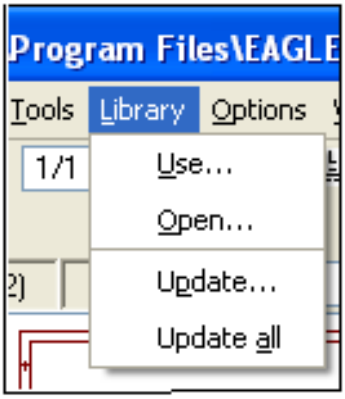
يعتبر التحذيران تدبيراً احترازياً يتعلق بالوصل مع جهود التغذية ، لكون نقطة الوصل من الدائرة المتكاملة تحمل الاسم Vss و هو يختلف عن اسم جهد التغذية Vdd . لاحظ أن نقطة تغذية الدائرة المتكاملة IC1 تحمل الاسم نفسه و لذلك لم تظهر رسالة تحذير خاصة بها.



شكل (٣٨)

٤-٥-١١ قائمة المكتبة Library menu:

و تحتوي هذه القائمة الموضحة في الشكل (٣٩) على الوظائف التالية:

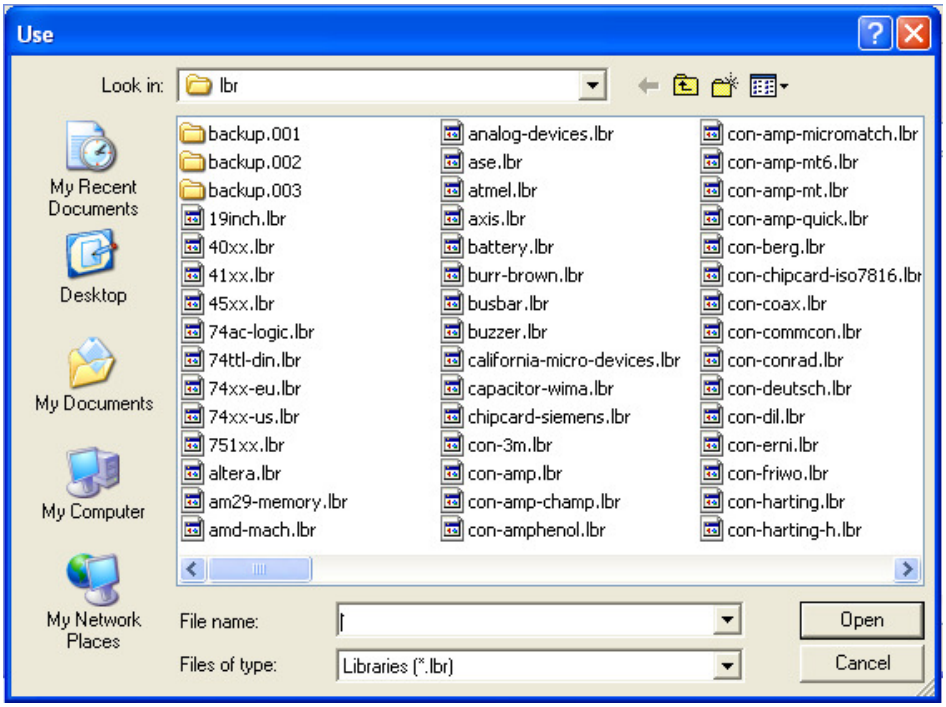


شكل (٣٩)

- **استخدم** Use : يستخدم من أجل إضافة المكتبات إلى مجموعة المكتبات الموجودة ضمن الأمر Add. و يعطي تنفيذ هذا الأمر صندوق الحوار Use – الشكل (٤٠) – و الذي يساعد في تحديد المكتبة المراد استخدامها. اختر إحدى المكتبات ثم قم بفتح نافذة الأمر Add و تأكد من ورود المكتبة ضمن المكتبات المتاحة. كرر الأمر من أجل عدة مكتبات ، و تذكر أنه يمكن تفعيل الأمر Use من خلال نافذة الأمر Add نفسها – الزر Use – كما سبق وأشرنا.

ملحوظة :

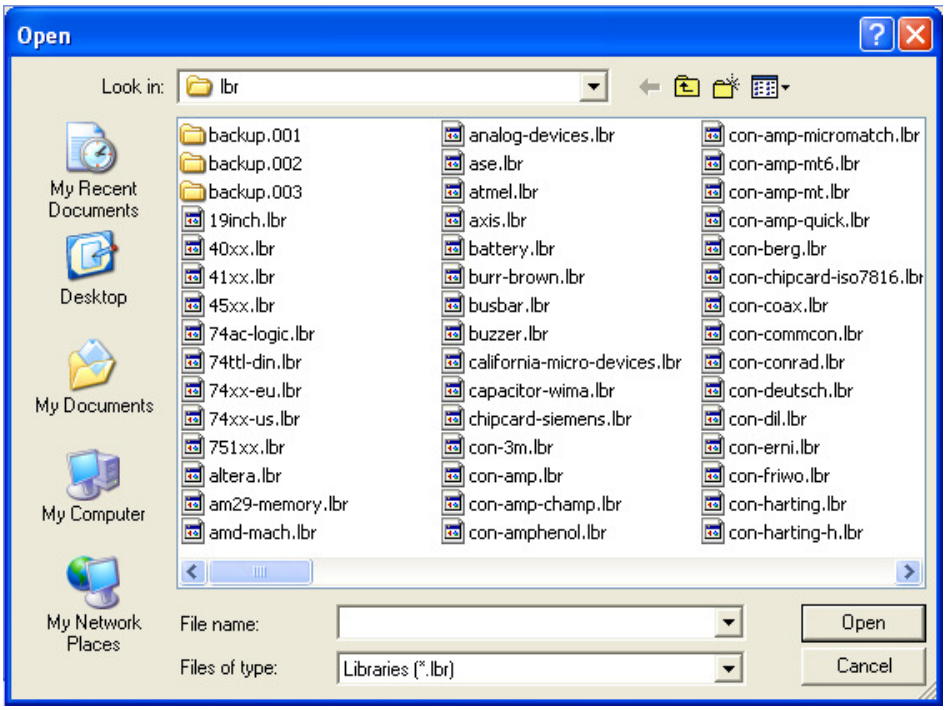
إن عملية التعرف إلى العناصر المصنفة في المكتبات عملية هامة جداً، و تستغرق وقتاً طويلاً حيث تعتمد على الممارسة. و من خلال التمارين التي ستقدم في هذا الكتاب ستتعرف على المكتبات التي تحتوي على العناصر الأكثر استخداماً في الدوائر الإلكترونية. و من هنا يأتي دورك في التعرف على باقي المكتبات وعناصرها. مع ملاحظة أن اسم المكتبة يدل على العناصر الموجودة فيها غالباً. مثلاً : المكتبة npn.lbr تحوى ترانزستورات من النوع npn ، و المكتبة 74xx.lbr تحوي الدوائر المتكاملة التابعة لهذه العائلة.



شكل (٤٠)

- **فتح** Open : يستخدم لفتح مكتبة موجودة مسبقاً، للقيام بتحرير الكائنات الرسومية (إضافة غلاف ، رمز ، ...الخ) . و عند تنفيذ هذا الأمر يظهر صندوق الحوار Open ، الشكل (٤١)، الذي يتم فيه تحديد اسم الملف ومساره. (سنقوم بشرح طريقة تحرير و إضافة العناصر إلى المكتبات فيما بعد)

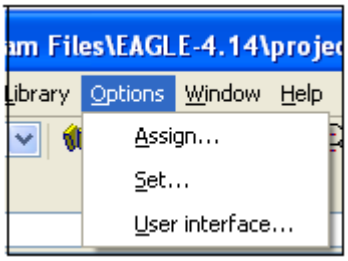
- **تحديث** Update... :
- **تحديث الكل** Update all



شكل (٤١)

٤-٥-١٢ قائمة الخيارات Options menu :

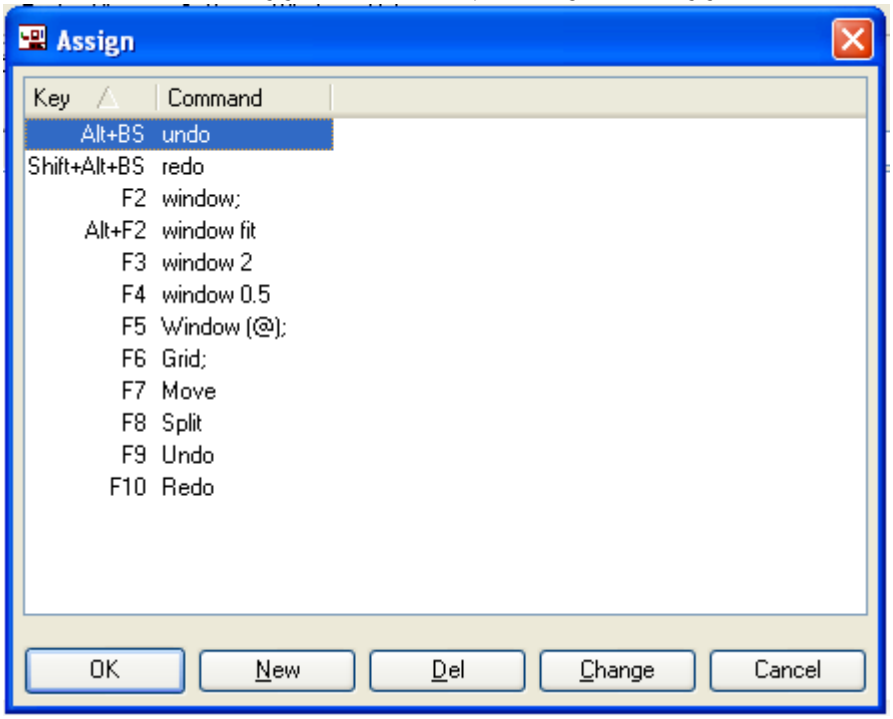
هذه القائمة الموضحة في الشكل (٤٢) تحتوي على الخيارات التالية :



شكل (٤٢)

- **إسناد أو تخصيص** Assign : يستخدم لتخزين أمر أو أكثر ضمن أحد المفاتيح (A....Z أو 0....9 أو F1....F12) و يتم الفصل بين الأوامر المتتالية (عند تخزين أكثر من أمر) بواسطة الفاصلة العليا (‘) . يوضح صندوق الحوار التالي – الشكل (٤٣) – بعض المفاتيح و الوظائف

المسندة إليها، ويتيح لك إمكانية تغييرها-الزر Change –أو إضافة أسانيد جديدة – الزر New –أو حذف إسناد معين – الزر Delete .



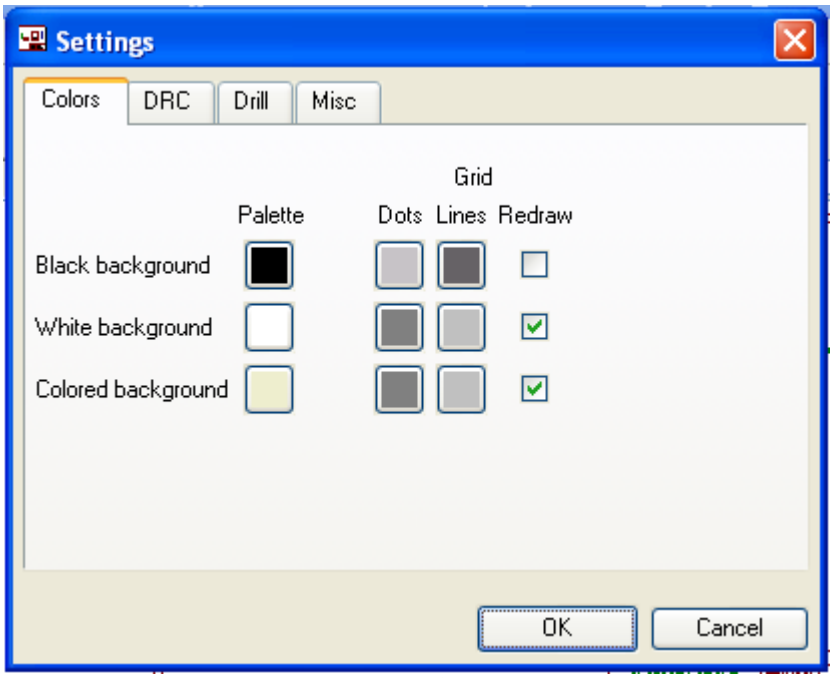
شكل (٤٣)

ملحوظة :

يمكنك في النسخة التعليمية من برنامج EAGLE الإسناد أو التخصيص إلى مفاتيح الوظائف F1.....F12 فقط. و يمكنك التأكد من نوع نسختك من الوظيفة Product information في القائمة Help في واجهة التحكم. العبارة Light edition تعني أن نسختك من البرنامج مبسطة للأغراض التعليمية فقط :

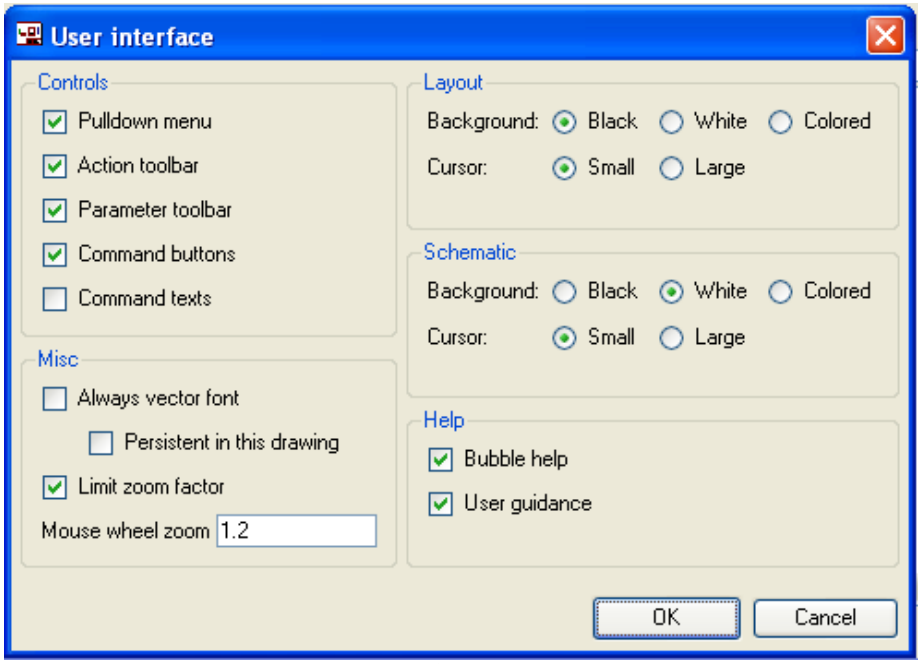
FOR EDUCATIONAL USE ONLY

- **تعيين أو إعداد** Set : يغير هذا الأمر معاملات النظام و ذلك باستخدام صندوق الحوار Setting المبين في الشكل (٤٤) ، و قد تم شرح هذا الأمر بالتفصيل فيما بعد.



شكل (٤٤)

- **واجهة المستخدم** user interface : يساعد في إعطاء مظهر معين لكل من محرر الدائرة الإلكترونية أو اللوح المطبوع أو المكتبات، من حيث لون الخلفية للرسم و قائمة الأوامر...الخ. و يتم ذلك عن طريق صندوق الحوار User interface – الشكل (٤٥). تحدد مجموعة التحكم Controls إظهار أو إخفاء كل من : شريط القوائم Pulldown menu ، و شريط الأفعال Action toolbar ، و شريط المعاملات Parameter toolbar ، و شريط الأوامر Command line toolbar . و تقدم خيارات شريط الأوامر Command menu ثلاثة احتمالات: فإما أن تخفي الشريط None ، أو تظهره كأوامر مكتوبة Texts ، أو كمجموعة من الأيقونات (الأزرار) Buttons . و تحدد النافذتين Layout و Schmatic لون خلفية الرسم الأبيض أو الأسود. و يوجد أخيراً في الوظيفة Help خاصيتين : تتحكم الأولى Bubble help بظهور التلميحات النصية عند وضع مؤشر الفأرة على إحدى الأيقونات، و تتعلق الثانية User guidance بالتلميحات التي تكتب في شريط التلميحات.



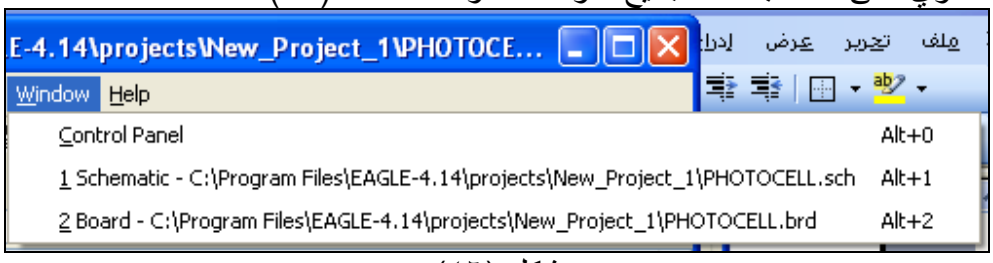
شكل (٤٥)

ملحوظة :

تظهر التعديلات التي تم إدخالها على جميع الملفات التي يتم فتحها من الآن فصاعداً ، ولا تظهر فقط على الملف قيد الاستخدام.

٤-٥-١٣ قائمة النافذة أو الإ ظهار Window menu :

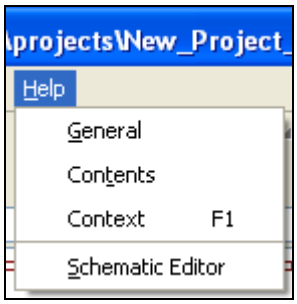
تحتوي على قائمة بأسماء جميع النوافذ المفتوحة. الشكل (٤٦) .



شكل (٤٦)

٤-٥-١٤ قائمة التعليمات أو المساعدة Help menu:

و تظهر للمستخدم مجموعة من الوظائف الخاصة بتقديم تعليمات حول استخدام البرنامج أو معلومات عن محرر الدوائر الإلكترونية . الشكل (٤٧)



شكل (٤٧)

٤-٦ معاني أيقونات نافذة محرر الرسم التخطيطي:

وظيفة ذلب المساعدة Help Function

إذا كنت تُريدُ أَنْ تعرف أكثر حول أي أمر فإنه يمكنك النقر على هذه الأيقونة بشرط تحديد الأمر مسبقاً، مثال على ذلك: - الأمر WIRE السلكَ، قم بالنقرْ على أيقونتَه في شريط الأوامر command toolbar ، ثم انقر أيقونة طلب المساعدةَ. أو كبديل لما سبق قم بكتابة الأمر:

HELP WIRE ←

في نافذة كتابة الأمر . ثم اضغط مفتاح Enter و هو ما يمثله السهم ← .

معاملات الأمر Command Parameters

هناك عدد مِنْ أوامرِ برنامج EAGLE تحتاج إلى معاملات إضافيةِ. بالرجوع إلى صفحات طلب المساعدة لوصف المدخل النصّي للمعاملات (عن طريق نافذة كتابة الأمر أَو ملفِ المخطوطةِ script).

أغلب المعاملات يُمْكِنُ أَنْ تُدْخَلَ بنَقْر الأيقوناتِ الملائمةِ في شريط معاملات الأوامر، الشكل (٤٨)، والذي يَتغيّرُ طبقاً للأمر المختار. هذه الأيقوناتِ لها أيضاً عرض مساعدة لحظي. لاحظ كيف يَظْهرُ شريط معاملات الأوامر متى تم تنشيط الأمر NET .

شكل (٤٨)

على يسارِ شريط المعاملات توجد أيقونةُ الشبكةَ البيانية للرسم للتمكن من تحديد خطوة الشَبكةَ المناسبة للرسم. يتلوها في اتجاه الأيمن الأزرار لعدد من أنماطِ الانحناء لمسارات التوصيل (SET WIRE_BEND) لخط التوصيل الكهربي، متبوعاً بنصفِ قطر الدوران لصَقْل نقط توصيل الخَطِّ بخياراتِ المستقيم أَو المدوّر straight or rounded (انظر الأمر MITER). بجانب هذا الأسلوبُ هناك قائمة Style حيث تم تعريف نوع الخط. وعلى أقصى اليمين قائمة القيمةِ value لتَخصيص فئة نقطة التوصيل Net class. ما هى الأوامر التي لها معاملات؟

أمر الشبكةِ البيانية للرسم : هذه الأيقونةِ متوفرةُ في أي وقت كان. و هي تستَعملُ لضبط الشبكة ولاختيار وحدةِ القياس الجارية. في برنامج EAGLE، أيّ قيمة تنسب إلى وحدة الشبكة الجارية.

شريط الأفعال The Action Toolbar

شريط الأدوات هذا يتكوّن من الأيقوناتِ التاليةِ:

مِنْ اليسارِ: أيقونة فتح أى ملف، أيقونة حفظ الملف، أيقونة الطباعة، أيقونة استدعاء معالج التصميم بمساعدة الحاسب CAM، أيقونة فتح / إنشاء ملفَ اللوح المطبوع والمطابقِ (الأمر BOARD).

رقم صفحة الرسم من مجموع صفحات الشكل التخطيطي:

تحميل، أو إزالة، أو إنشاء صفحة تخطيطية جديدة و هى تعبر عن عدد الصفحات في الرسمة التخطيطية الواحدة.

أيقونة الأمر (استعمال USE):

يقوم باختيار المكتبات التي سَتَكون مأخوذة في الاعتبار عند الحوارِ Add. يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُتم ذلك بالقائمة Library/Use أَو بنَقْر العلاماتِ في فرعِ المكتباتَ مِنْ تفريعة واجهة التحكم. تَحتوي قائمة سياقَ مكتبات الدخولَ أَو مجلداتها الأصغر subfolders على المداخلُ Use all استعمل الكل و Use none لا تَستعملَ شيء للاختيار أو عدم الاختيار selection/deselection السريع و السهل من كُلّ المكتبات (الحافظةِ). هذا

الأمر يَجِبُ أَنْ يستَعملَ في ملفات المخطوطةِ لاختيار المكتبةِ التي تُريدُ أن تأَخْذ منها الأجزاءِ.

أيقونة الأمر (مخطوطةِ SCRIPT):

يُنفّذُ ملف مخطوطةِ. حيث يُمكّنُك من تَنفيذ أيّ سلسلة أوامر ببضعة نقرات من الفأرِة.

أيقونة الأمر (تشغيل RUN):

يقوم ببدء تشغيل برنامج لغةِ المستعملِ (User Language program (ULP.

أيقونات أوامر النافذةِ WINDOW:

هذه الأيقوناتِ تُمثّلُ أنماطَ مختلفةَ لأوامر النافذة WINDOW: مثل أمر ملائمة الرسم مع الشاشةِ (Alt-F2)، أمر التكبّيرُ (F3)، أمر التصغّيرُ (F4)، أمر إعادة رسم شاشةً (F2)، أمر عرض منطقةً جديدةً.

يمكن إزاحة جزءِ الرسم هذا والمعَروضَ على الشاشةِ بمسك مفتاح التحكم Ctrl لأسفل وتحريك الفأرة في نفس الوقت . لتَحريك نافذة الرسم الحاليةِ قم بالنقر بواسطة مفتاح الوسط للفأرة و حرك الفارة ! أضغط مفتاحَ الإزاحة Shift بشكل آني وأنت تسمح بتَحريك scroll خلف حدود الرسم!

أيقونة أمر الإلغاء UNDO والإعادة REDO:

هذه الأوامرِ تَسْمحُ لك لإلْغاء أوامر سابقِة ولتَنفيذ أوامرِ تم إلغائها سابقاً. مفاتيح الوظيفةِ: F9 و F10 (قياسية).

أيقونة إيقاف الأمر الحالي:

تقوم بإنهاء تنفيذُ أوامرِ برنامج EAGLE (Edit/Stop).

أيقونة إشارة المرور لبدء تنفيذ الأمر النشيط :

وهـذا ضـروريُ فقـط إذا كـان هنـاك معـاملات أخـرى يُمْكِـنُ أَنْ تُـدْخَلَ مِـن قبـل المستعملِ.

أيقونة بيان معلومات عن جزء:

طلب التزود بمعلومات حول الكائن الرسومي الّذي سيتم اختَيارُه.

أيقونة إبراز:

أيقونة إبراز (بإضاءة خطوط رسم الكائن) الكائن الرسومي المطلوب اختَيارَه.

أيقونة إظهار و عدم إظهار الطبقة:

أيقونة اختيـار و رفض الطبقـاتَ المطلـوب عرضـها. شـاهدْ الملحـقَ لمعنـى الطبقـاتِ. للمزيد من التفاصيل الرجاء مراجعة وظيفةَ طلب المساعدةِ.

وضع علام نقطة الأصل:

نقـرةُ الفـأرةِ التاليـةِ تعـرف نقطـة الأصـلِ الجديـدِة لإظهـار الإحـداثيات. يـتم إظهـار المحـاور (الإحـداثيات) النسـبية y-value x-value R و القـيم القطبيـة polar values بالإضافة إلى الإحداثيات المطلقة في صندوق عرض الإحداثيات . إذا قمت أولاً بنْقرُ أيقونـةَ العـلام MARK و مـن ثـم أيقونـة إشـارةِ مـرور فـي شـريط الأفعـال، فقـط سـيتم عرض قِيَم الإحداثيات المُطلقة مرة ثانيةً.

أيقونة تحرّيكْ أيّ كائن رسومي مرئي:

الضغط على الزرُّ الأيمن للفأرة يعمل على إدارة أو دوران الكائن. إذا قمت بتحرّيكُ نقطة توصيل net على طرف دبوسي، فإنـه لا يوجد اتصـال كهربـائيَ سَيُؤسّسُ. إذا قمت بتُحرّيكُ الطرف الدبّوسَي لبوابة إلكترونية على نقطة توصيل net أخرى، فإنـه سينشأ نقطة اتصال كهربائي net .

لتَحريك مجموعة من الكائنات الرسومية: عرّفُ المجموعةُ بالأمر GROUP، أنقر أيقونةَ التحرّيكَ MOVE، ثمّ اخترُ المجموعةَ بزر الفأرة الأيمن و حركه إلى الموقع المطلوبِ. يمكن أيضاً استخدام الزرّ الأيمن للفأرِة لَدوران المجموعة بمقدار ٩٠ درجةِ.

أيقونة نسخ :

مهمتها القيام بنسخ أجزاء و كائنات رسومية أخرى .

أيقونة عكس :

مهمتها استنساخ كائن رسومي على محور جانبي لكائن رسومي آخر

أيقونة تدوير:

مهمتها تدوير الكائنات الرسومية بمقدار ٩٠ درجة (محتملة أيضاً بالأمر MOVE).

أيقونة تحديد المجموعة:

مهمتها تعريف المجموعة التي يُمْكِنُ تحريكها، أَو إدارتها أو نسخها (بالأمر قص CUT ولصق PASTE) إلى رسمة أخرى. بعد نقر الأيقونةِ، يمكننا تعريف مجموعة بمستطيل و ذلك بواسطة الاحتفاظ بزرِّ الفأرِة اليسارِ مضغوطا لأسفل وسْحبُ المؤشّرةَ إلى الزاويةِ الركنية المقابلة للمستطيلِ. إذا أردْتَ تَعريف المجموعة بواسطة المضلّع polygon، استعملُ الزرَّ اليسارِ للفأرة لتحديد أركان المضلع. ثم انقر زرّ الفأرِة الأيمن لغلقْ المضلّعَ.

أيقونة القيام بتغيير خواصَ :

أيقونة القيام بتغيير خواصَ الكائن الرسومي، ومثال على ذلك:- عرض الخَطّ، تغيير التغليف أو مقاس النص. شاهدْ طلب المساعدةً للتفاصيلِ.

أيقونة قص :

مهمتها القيام بنقل الكائنات الرسومية للمجموعة المعرفة سابقاً إلى حاجز اللصق paste buffer . انظر إلى أمر اللصق PASTE . لَيسَ مماثلَ لوظيفةِ القص في النوافذ.

أيقونة لصق :

مهمتها إدخال الكائنات الرسومية مِنْ حاجزِ اللصق إلى الرسم. القيود: انظر طلب المساعدة. لَيسَ مماثلَ لوظيفةِ اللصق في النوافذ.

أيقونة حذف:

مهمتها حذفْ الكائنات الرسومية المرئيةَ. أيضاً بالتمازج مع أمر المجموعةِ GROUP. إذا تم تعريف مجموعة، فإنها يُمْكِنُ أَنْ تحْذَفَ بزرِّ الفأرِ الأيمن.

يقوم الأمر Delete بالحذف لكامل الجزءِ عند النَقْر على البوابة بالضغط على مفتاحِ Shift. في تلك الحالةِ، فإن الأسلاكَ الموصولة إلى العنصرِ في اللوحةِ لَنْ تتحول إلى خطوط هوائية ripped up. النَقْر على نقطة التوصيل net أو المسار العمومي bus بالضغط على مفتاحِ Shift يؤدي إلى حْذف كامل قطاع نقطة التوصيل net و المسار العمومي bus .

أيقونة إضافة:

مهمتها إضافة عناصرَ من المكتبةِ إلى الشكل التخطيطي. وظيفة البحثِ search تُساعدُ على إيجاد العناصر من خلال المكتبة بسرعة. الأمر USE يحدّدُ أَيّ المكتبات متوفرة.

أيقونة مبادلة الأ ذراف الدبوسية:

مهمتها مبادلة نقطتي توصيل متصلتين إلى الأطراف الدبوسِية المكافئة للعنصر الواحد، مزودة بالأطراف الدبوسية المعرفة بنفس مستوى المبادلة swaplevel.

أيقونة مبادلة بوابات منطقية:

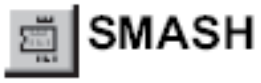
مهمتها مبادلة بوابتين مكافئتينَ في العنصر الواحد، مزوّدَة بالبوابات التي تم تعريفها بنفس مستوى المبادلة swaplevel. في التعريف الاصطلاحِي لبرنامج EAGLE تعرف البوابة المنطقية كجزء من عنصر ، الذي يُمْكِنُ أَنْ يوْضَعَ بشكل منفرد في الشكل التخطيطي (ومثال على ذلك: - ترانزستور واحد مِنْ مصفوفة ترانزستورات).

أيقونة تسمية :

مهمتها القيام بإعطاء أسماءَ إلى العناصر، أو للوصلات الشبكية، أَو المسارات العمومية.

أيقونة وضع قيمة عنصر:

مهمتها القيام بتزويد العناصر بقيمها. تأخذ الدوائر التكامليةُ عادة النوع (ومثال على ذلك: - 74LS00N) كقيم لها.



أيقونة فصل :

مهمتها القيام بفصل نص الاسم والقيم مِنْ رمز العنصر، لكي يُمْكِنُ أَنْ يُوْضَعا بشكل منفرد. كما يمكن تغيير مقاس حروف و أرقام هذه النصوصِ بشكل منفرد. أيضاً بالتمازج مع الأمر مجموعة GROUP. إذا تم تعريف مجموعة، يُمْكِنُك أَنْ تُنفرد بها بالضغط على الزر الأيمن للفأرة.

حافظ على مفتاحَ Shift مضَغوطَاً بينما استعمل الأمر Smash لإلغاء الانفراد بالنصوصَ. حيث يعتبروا لَيسوا قابلين للتحرير editable أكثر ويَظْهرونَ في المواضع الأصلية بعد إنعاش النافذة.

أيقونة دوران :

مهمتها تحقيق دوران لنقاط أو أركان توصيل السلك (محتملة أيضاً لنقط التوصيل الشبكية، و المسارات العمومية، و مخططات المضلّع). تحدد درجةَ mitering بنصفِ قطر الدوران. تُؤدّي الإشارةُ الإيجابية إلى الدوّران للخارج أما الإشارةَ السلبيةَ فهي تعبر عن الدوران للداخل. قد يُؤثّرُ نصفُ قطر الدوران على بَعْض انحناءات السلكِ، بدرجة كبيرة (راجع وظيفةَ طلب المساعدةِ: SET, Wire Bend).

أيقونة تقسيم :

مهمتها إدخال زاويةً إلى سلك أَو وصلة توصيل شبكية.

أيقونة جلب:

مهمتها جلب أو إحضار بوابة معيّنة مِنْ عنصر (ومثال على ذلك: - البوابة D قبل البوابة C). هذا الأمر يسْمحُ لك أيضاً لإضافة بوابة مِنْ العنصر الموجود على صفحةِ الرسم sheet الأخرى. في مثل هذه الحالةِ، قم بكتابة اسمَ العنصر (ومثال على ذلك: - IC1) إلى نافذة كتابة الأوامر بعد اختيار الأمر Invoke.

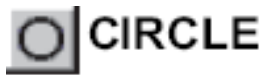
أيقونة رسم خط:

مهمتها رسم خط (هذا الأمر يدْعَى سلكَ WIRE لأنه يُستَعملُ لتَعريف التوصيلات الكهربائية، وبمعنى آخر: الأسلاك، في محرّرِ التخطيطَ Layout Editor). يمكن تغيير نوع الخَطِّ بالأمر CHANGE STYLE .بالنَقْر على الزرِّ الأيمن للفأرِة يُتم تغيّيرُ نمطُ الانحناء (SET WIRE_BEND).

السلك WIRE يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُستَعملُ لرسم الأقواس. رجاءً لاحظْ الخواصَ بالتمازج مع مفتاح التحكم ومفتاحِ الإزاحة في وظيفةِ طلب المساعدةَ.

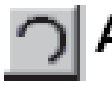
أيقونة وَضْع النَصّ:

مهمتها وضع نص على الرسم. استخدم CHANGE SIZE لتَعديل ارتفاع النَصِّ. إذا كان المستخدم في النَصّ الخطّ الموجهِ vector font، فإن نسبة التغييرِ CHANGE RATIO سَتُعدّلُ السُمكَ. تغييرِ النص CHANGE TEXT يُستَعملُ لتَعديل النَصِّ نفسه. تغييرِ الخط CHANGE FONT يُعدّلُ الخطّ typeface . يمكنك تُغيّيرُ نصوصَ label texts بتَخصيص اسم مختلف إلى المسار العمومي bus أَو إلى نقطة التوصيل الشبكية net بواسطة أمر الاسمَ NAME. شاهدْ أيضاً أمر LABEL.



أيقونة رسمْ دائرة هندسية:

مهمتها رسمْ دائرة هندسية. يمكن رسم دوائر هندسية بسمك صفر كدوائر ممتلئة.



أيقونة رسم قوس:

مهمتها رسم قوس (محتمل أيضاً رسمه بالسلكِ WIRE). تُعرّفُ CHANGE CAP FLAT | ROUND نهايات القوس فإما أن تكون دورانية أو مستقيمة .

أيقونة رسم مستطيل:

أيقونة رسم مضلع: (مناطق نحاسية في أيّ شكل).

أيقونة رسم مسار عمومي:

مهمتها رسم مسار عمومي bus. إنّ معنى مسار عمومي bus أكثرُ فهماً مِنْ المعنى الطبيعي. هو فقط وسائل جَعْل الشكل التخطيطي أسهل للقِراءة. فقط يتم تعريف نقط التوصيل الشبكية nets كوصلات كهربائية. نقط التوصيل الشبكية هذه ، على أية حال، يُمْكِنُ أَنْ تسْحَبَ خارج المسار العمومي bus .

أيقونة رسم نقطة أو خط توصيل شبكي:

مهمتها رسم نقطة أو خط توصيل شبكي net. نقطة التوصيل الشبكية بنفس الاسم تكون مرتبطة معاً كهربياً (حتى و لو كانت واقعِة على الصفحات sheets المختلفةَ للرسمة الواحدة). نقطة التوصيل الشبكية Nets و الأطراف الدبوسية pins اللذان يظْهرانِ إلى العينِ موصلتان لَيستا بالضرورة مُرتَبِطتان بشكل كهربائي. رجاءً افحص بالأمر عرض SHOW، أو الأمر فحص قواعد الكهرباء ERC، أَو بتَصدير قائمة الوصلات a netlist بالأمر تصديرَ EXPORT. راجع أيضاً التحرّيك MOVE.

أيقونة وضعِ رمز التوصيل الكهربي:

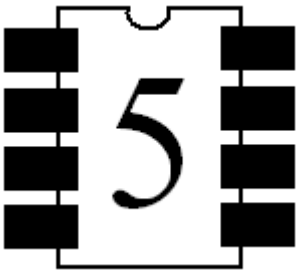
مهمتها وضِعْ رمزَ التوصيل الكهربيnet connection . عُموماً، التوصيلات الكهربية junctions مَوْضُوعة آلياً، لكن نقط التوصيل الشبكية التي تتقاطع يُمْكِنُ أيضاً أَنْ توصل أو تربط يدوياً بواسطة الأمر JUNCTION.

أيقونة وضع بطاقة نصية:

مهمتها وضِعْ بطاقة نصية على المسار العمومي bus أَو نقطة الاتصال الشبكية net label. البطاقات النصية Labels لا يُمْكن أنْ تتُغيّرَ بالأمر CHANGE TEXT و لكن بالأحرى بالأمر اسمَ NAME .

أيقونة فحص القواعد الكهربية :

تقوم بأداء فحص القاعدةِ الكهربائيةِ وفحص اتساق الشكل التخطيطي واللوحة.



رسم الدائرة التخطيطية

٥-١ إنشاء الشكل التخطيطي
Creating the Schematic Diagram

في هذا الجزء سَتَتعلّمُ كيف تستخدم الوصلات الشبكية nets و مسارات التوصيل العمومية buses في رسم الدوائر التخطيطية. للبدء في فتح مساحة رسم تخطيطي ، قم بفتح ملف رسم تخطيطي جديد و قم بتكبير محرر النافذة .

و يجدر بالذكر أنّ الإجراءَ العادي لممارسة الرسم التخطيطي على نافذة محرر الشكل التخطيطي هو أخذ النبائط Devices مِنْ مكتبات العناصر الموجودة بالبرنامج إلى منطقةِ الرسم. حيث يتم القيام بربط الأطراف الدبوسية على العناصر بواسطة الوصلات الشبكية nets (التوصيلات الكهربائية electrical connections). يُمكنُ أَنْ تَأخُذَ الوصلات الشبكية Nets أيّ اسم، كما يُمْكِنُ أَنْ تميز إلى أصناف أو فئات مُخْتَلِفة. و يتم توصيل جهود التغذية الكهربائيةِ عموماً بطريقة آلية. ولكي يتم توثّيقَ كُلّ جهود التغذية في الشكل التخطيطيِ نجد أنه من الضروريُ وَضْع على الأقل ما يسمّى برمزِ التغذية، واحد لكُلّ جهد.

يُمْكِنُ أَنْ يشْتملَ الشكل التخطيطي على عدد مِنْ الصفحاتِ (هذه الميزة لَيستْ متوفرة في الطبعة الخفيفة). و نشير هنا إلى أن الوصلات الشبكية Nets تكون مُرتَبِطة عبر كُلّ الصفحات إذا كانت كل هذه الصفحات بنفس الاسم.

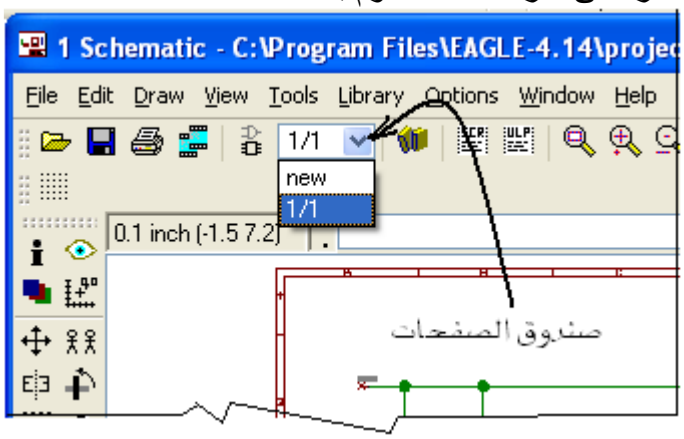
من المفتَرضُ أن تكون هذه المكتبات التي تَحتوي على العناصر المطلوبةَ متوفرة. تعريفَ المكتبات تم شرحه في الفصل الخاصِ بها.

من المحتملُ في أي وقت إنشاء تخطيط للوح الدائرة المطبوعة (الرسم التنفيذي) باستخدام الأمر BOARD أو بأيقونةِ اللوح BOARD ، و ذلك طالما وجد الرسم التخطيطي، فإن كلا الملفين يَجِبُ أن يكونا دائماً محملين في نفس الوقت. مرافقة الشكل التخطيطي والشكل التنفيذي ضروري جداً للتفاعل معاً. وهناك إعدادات أخرى حول هذا الموضوع في جزئية الملاحظات التفسيرية الأماميةِ & الخلفية.

٥-١-١ فتح الرسم التخطيطيَ Open the Schematic Diagram :

أولاً ابدأ مِنْ واجهة التحكم. حيث مِنْ هنا تقوم بإنشاء ملف جديد أَو بفتح شكل تخطيطي موجود بالفعل، على سبيل المثال بواسطة القوائم المنسدلة File/Open أَو File/New ، أَو بالنقر المزدوج على ملف الشكل التخطيطي في تفريعة المجلدات. ونتيجة لما سبق يظهر محرّر الشكل التخطيطيِ.

قم بإنشاء المزيد من صفحات sheets الشكل التخطيطي إذا كان من الضروري. لهذا الغرضِ، قم بفتح صندوق الصفحات combo box ، شكل (١) الموجود في شريط الأفعال مَع النقر على الفأرة، و قم باختيار New. فسَوف يتم تُولّيدُ الصفحة رقم ٢ و إذا أردت التراجع و حذف ذات الصفحة عاود النقر مرة أخرى على صندوق الصفحات ثم انقر على أمر remove فتقوم بحذف الصفحة.



شكل (١)

و هناك طريقة أخرى للحصول على الصفحة الثانية و ذلك بكتابة التالي:

```
EDIT .S2
```

في نافذة كتابة الأوامر. إذا كنت ، على أية حال، لا تريد في الحقيقة هذه الصفحةَ، فإنه يمكنك حذفها بما يلي

```
REMOVE .S2
```

لكامل الصفحةِ.

٥-١-٢ إعداد الشبكة البيانية (تخطيط مربعات الرسم البياني):

تخطيط الشبكة الهندسية البيانية للرسم التخطيطي يَجِبُ دائماً أَنْ يكون ٠.١ بوصةً، وبمعنى آخر: ٢.٥٤ مليمتر. حيث أن الوصلات الشبكية Nets والأطراف الدبوسية (pins) يَجِبُ أَنْ يقعا على شبكة هندسية مشتركة. ما عدا ذلك فإن التوصيل سوف لا ينشأ بين الوصلات الشبكية nets والأطراف الدبوسية pins .

و على ذلك فإن الشبكة البيانيةَ القياسيةَ في الرسم التخطيطي schematics تكون مقسمة إلى مربعات بيانية مقدار ضلعها ٠.١ بوصةٌ. حيث يَجِبُ أَنْ تُوْضَعَ الرموز البيانية للعناصر الالكترونية و تتوافق مع هذه الشبكة أو مع مضاعفاتها، فيما عدا ذلك فإن الوصلات الشبكية لا تتم مع الأطراف الأبرية أو الدبوسية للعناصر. و في حالة التغيير ضع الشبكة البديلة ذات المربعات ٠.٢٥ بوصة. وهذا يَسْمحُ للضبط، على سبيل المثال، علامات الشبكة الأدق التي سَتُنشّطُ بضَغْط مفتاحِ Alt .

٥-١-٣ وضع الرموز Place Symbols :

أولاً يَجِبُ أَنْ تَجْعلَ المكتبات متاحة لك عندما تُريدُ أَخْذ العناصرِ مِنْها باستخدام أمر الاستعمال USE. و يجب أن تعرف أن المكتبات الوحيدة فقط التي تكون في حالة قيد الاستعمال هي التي سَتَكُونُ مدرجة أو يمكن التعرف عليها بالأمر Add ووظيفة البحث عنها.

٥-١-٤ تحميل إ طار الرسم Load Drawing Frame :

من الأفضل أولاً تحديد و وَضْع إطار لوحة الرسم(برواز اللوحة) الذي سيتم الرسم بداخله و بالتالي الذي سيحتوي على بيانات كافية عن منفذ الرسم و التاريخ ..الخ. يتم استخدام الأمر Add أو النقر على أيقونة Add،لفتح صندوق حوار Add و الذي يحتوي على المكتبات حيث يتم اختيار و إسدال تفريعة الإطارات frames.lbr ليتم اختيار الإطار المرغوب. وتحتوي تفريعة الإطارات هذه على الإطارات المُعَرَّفة في هيئات متنوعة و التي قد تتبع التوحيد القياسي لنظم عالمية معينة.

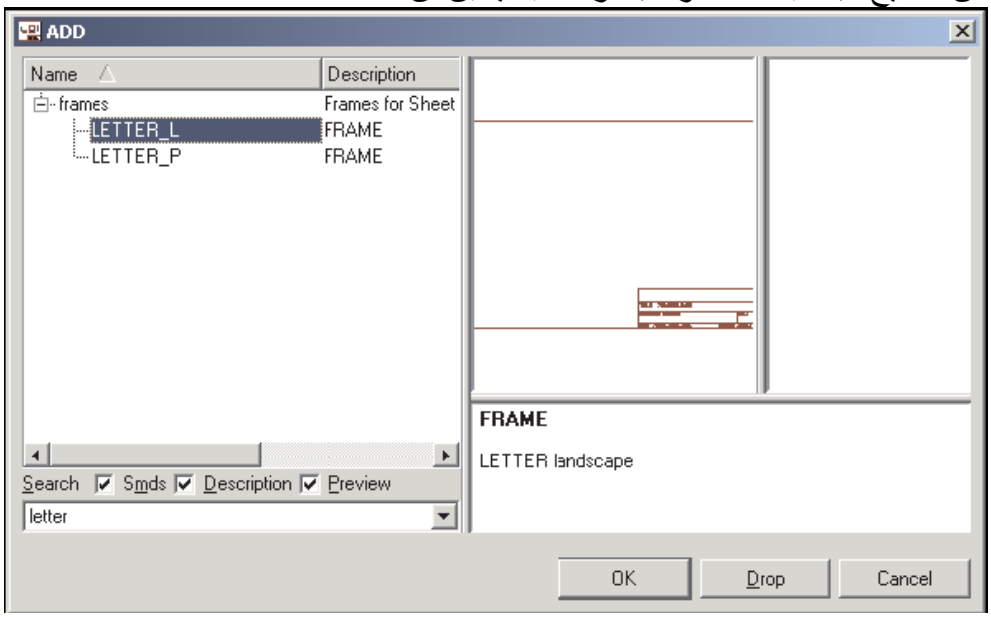
يجب أن تَكون كل المكتبات متاحة بالأمر استعمال USE. يُمْكِنُك أَنْ تُفتح تفريعة أو تسدل مداخلَ المكتبةَ للبحث عن العناصرِ يدوياً أو يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ وظيفةَ البحثَ.

يمكن استخدام إطار على هيئة خطاب letter format frame. أدخل الكلمة letter في نافذة البحثِ Search الموجودة في قاع نافذة add على اليسارِ، واضْغطُ مفتاحَ Enter.

فتقوم نتيجة البحثَ بعرض مدخلين مِنْ الإطاراتِ إحداهما LETTER_L و الآخر LETTER_P ، شكل (٢). إذا قمت باختيار أحد المدخلِين فليكن (LETTER_P) ، فإنه يتم عرض شكل أولي للإطار على يمين النافذة، على افتراض أنَّ الخيار المعروض يكون نشيطاً. تَعطيل وصفِ الخيارَ لا يَأْخذُ في الاعتبار، نصوص الجزءَ الوصفيةَ. بالنَقْر على مفتاح OK يتم إقفال نافذةَ Add، وتَعُودُ إلى محرر الشكل التخطيطي. ويصبح الإطارَ الآن في هذه الحالة معلقاً بمؤشر الفأرِة، حيث يُمكنُ إنزاله على مساحة الرسم بالنقر على الزر الأيسر للفأرة. يستحب ضبط الركن الأيسر السفلي للإطارِ عادة عند إحداثي نقطة الأصل (X=0, Y=0) للنافذة حتى يمكننا قراءة الأبعاد للمساحة داخله والتي نعمل خلالها.

الآن إذا تم ربط إطار آخر بالمؤشّر. أنقر أيقونةَ إشارة التوقّفِ stop لإنْهاء أمر Add. لرؤية الإطارِ في المقاس الكامل full size على مساحة نافذة الرسم التخطيطي، اضغط Alt+F2 أو انْقَرُ أيقونة التكبير أو التصغير لمُلائَمَة مساحة النافذة و الموجودة في شريط الأفعال.

أسماء المكتبة، و أسماء العناصر و المصطلحات من وصف العنصر يمكن استخدامها كمفاتيح بحث. الرموز اللغوية Wildcards مثل * أَو؟ مَسْمُوح بها. أي عدد من مفاتيح البحثِ، المفَصولَة بالفراغاتِ، يُمْكِنُ أَنْ تستَعملَ.



شكل (٢) يوضح صندوق حوار ADD

ربما يكون الأمر Add مدخلاً عن طريق نافذة كتابة الأوامر أَو في ملفات المخطوطةِ script files . يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُوْضَعَ الإطار باستعمال الجملة التالية:

```
add letter_p@frames.lbr
```

الرموز اللغوية Wildcards مثل (* و ؟) ربما أيضاً تستعملُ في نافذة كتابة الأوامر كما في الجملة التالية:

```
add letter*@frames.lbr
```

على سبيل المثال قم بفْتحُ نافذة Add وانظر الإطاراتَ المُخْتَلِفةَ من خلال صيغة الحروف للاختيار.

وظيفة البحث search سَتقوم بفْحصُ المكتبات فقط التي في قيد الاستعمال. وذلك يَعْني أن المكتبة قد تم تحمّيلها بالأمر استعمال USE من خلال القائمة المنسدلة (Library/Use). إذا كان هناك مكتبة معينة لم يتم وضعها في قائمة في حوارِ Add أو أكثر، قم باختيارُ اسم المكتبةَ من تفريع المجلدات وقم بالنْقرُ على زرَّ الإسقاط Drop. الآن تصبح لَيسَت في قيد الاستعمال.

٥-١-٥ إضافة و تغيير نص Adding and Changing Text

يُمْكِنُك إضافة خطوطَ lines، ونَصّ text وأشياء أخرى إلى الإطاراتِ المجهزة ومجالات النَصِّ المعرفة مسبقاً في المكتبةِ. أَو يُمْكِنُك أَنْ تُصمّمَ وتُسجل إطاراتَكَ الخاصةَ. كما يُمْكِنُك إدخال النصوص المتغيّرة، مثل عنوان المشروعَ أَو عددَ مرات التنقيحَ، مباشرة في المحرّرِ التخطيطيِ أينما كنت.

يتم تسجيل الإطارات كرموز في المكتبةِ، ومن المستحب كتابة النص في الطبقةِ ٩٤، Symbols . الآن اَجْلبُ حقلُ النَصِّ الإطارَي إلى نافذةِ المحرّرَ لكي يكون بالكامل مرئي. ثم انقر علي أيقونة الأمر TEXT وقم بإدخال النَصّ التالي:

```
CadSoft
```

بعد نَقْر مفتاح OK ، يرتبط هذا النَصّ بالمؤشّر و يتحرك أينما تحرك المؤشر وبالتالي يُمكنُ وضعه في أى مكان على مساحة الرسم بواسطة النقر على الزرِّ اليسار للفأرة . و تظل نسخة أخرى مِنْ النَصِّ مرتبطة مع المؤشر و تختفي عند تنشيط أمر آخر أو تم الضغط على أيقونة الإيقاف stop .

إذا لَمْ تُعرّفْ مقاس حروف النَصِّ بينما أمر النَصَّ TEXT كَان نشيطاً، يُمْكِنُك استعمال أمر CHANGE لتعريف المقاس إلى القيمةِ الأخرى:

- CHANGE

من القائمة قم باختيار: • SIZE
يتم فتح نافذة أخرى حيث يمثل فيها ارتفاع حروف النص الحالية
• 0.15
حرّكُ المؤشّر إلى الزاوية اليسرى السفلى مِنْ النَصِّ CadSoft. قم بنقر الزرّ الأيسر للفأرة فإن إرتفاع حروف النَصَّ سَتتغيّر إلى ٠.١٥ بوصةِ. في التو في حالة ما إذا كنت تَوَدُّ أَنْ تَضعَ مقاس غير موجود في مقاسات قائمة CHANGE SIZE ، مثل ٠.١٧، ببساطة اكتب:

CHANGE SIZE 0.17 ←
وبعد ذلك قم بنْقرُ الزاوية اليسرى السفلى مِنْ النَصِّ.

تحذير: استخدم النقطة للكسور العشريّة! الإعداد الحالي للشبكةِ يحدد الوحدةِ!

الممارسة التي تُعالجُ النصوصَ تتم بواسطة إضافة عنوانَ أَو رقم وثيقة في حقل النَصَّ.

العنوان TITLE : يَحتوي اسمُ الملف قيد الاستعمال (متغيّر نَصِّ DRAWING_NAME >).
التاريخ DATE : يَحتوي تاريخُ آخر أمر تسجيل (متغيّر نَصِّ LAST_DATE_TIME >).
كلا الحقلين يمْلأُن آلياً بالبياناتِ الفعليةِ عند تسجيل الرسم، حيث تم تعريف الإطارات المخزنة في مكتبةِ الإطاراتَ بمتغيّرات النَصِّ الملائمةِ.

٥-١-٦ وضع رموز دائرةِ Place Circuit Symbols (Gates) :

كُلّ النبائط Devices الأخرى توجد وتَوضِعُ بواسطة الآليةِ التي وَصفتْ سابقاً. عندما تُقرّرُ تغليف في هذه المرحلةِ المبكّرةِ. فإنه يُمْكِنُ تغييره بسهولة لاحقاً إذا كان المطلوب إظهار تغليف آخر غير الذي يظهر في شكل تصميم اللوح .

إذا قمت بوَضع نبائط Devices قم بالنقر على أيقونة الإضافة Add، وبعد ذلك إن أردت العَودة إلى صندوق حوار ADD لكي تختارَ عنصر جديد، قم بالضْغطُ على مفتاحَ Esc أَو انقر على أيقونة Add مرة ثانيةً.

قم بإعطاء أسماءَ وقِيَمَ العناصر (NAME, VALUE).

إذا كان النَصِّ للاسم أَو القيمةِ واقع بشكل سيئ لا يناسب وضع العنصر، لابد من القيام بفْصلُهم عن العنصر أولاً وذلك بالنقر على الأيقونة Smash، وبعد ذلك يتم تحرّيكُهم لوضعهم في المكان الذي تفضله باستخدام النقر على الأيقونة MOVE. انَقْر على الأيقونة Delete لحذف النصوص الغير مرغوبة. أستعمل مفتاحَ Shift مَع Smash للحُصُول على النصوصَ في مواقعِها الأصليةِ. و لذا تعود النصوصَ الآن غير منفصلة عن العنصر (unsmash).

من المعروف أن استخدام الأيقونة MOVE لإعادة تحرّيكُ العناصرَ، والأيقونة DELETE لحذفها. بالنقر على الأيقونة INFO أَو SHOW يتم عرض معلومات حول عنصرِ مَعْرُوضُ على الشاشةِ.

الأيقونة ROTATE تستخدم لدوران العنصر بمقدار ٩٠°. نفس الوظيفة يُمْكِنُ أَنْ تتم بواسطة الضغط على الزر الأيمن للفأرة بينما الأمر MOVE فعال.

الأجزاء المستعملة المتكررة ربما يتم نْسَخُها بالأمر COPY. يقوم الأمر COPY بوضع الأجزاء الجديدة دائماً حتى إذا كانت تتكون من عدة بوابات المنطقية gates وليست جميعها مستخدمة.

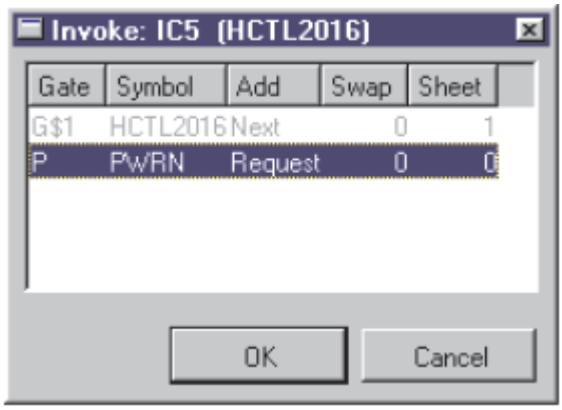
مجموعة الدوائر المعاد تكرّارها يُمْكِنُ أَنْ يعادَ إنتاجها في الشكل التخطيطي بمساعدة الأوامر التجميع GROUP،و قصّ CUT ولصق PASTE. أولاً تأكّدُ من أن كُلّ الطبقات تم جْعلُها مرئية (DISPLAY ALL).

٧-١-٥ التغذية المخفية للبوابات المنطقية Hidden Supply Gates :

بَعْض النبائط Devices مُعَرَّفة في المكتبات بطريقة أنّ الأطراف الدبوسية المخصصة للتغذية لا تكون ظاهرة في الرسم التخطيطي. فإن الظهور لهذه الأطراف يعتبر غير ضروري و يزيد الرسم تعقيداً، حيث أن كل الأطراف الدبوسية المخصصة لتغذية القدرة المعرفة بنفس الاسم تكون موصولة آلياً، بغض النظر عن أنها مرئية أو غير مرئية.

إذا كنت تُريدُ توصيل وصلات شبكية nets مباشرة إلى إحدى الأطراف الدبوسِية المخفيةِ، قم بجْلبُ البوابة المنطقية إلى الرسم التخطيطيِ بواسطة الأمر Invoke. قم بالنقر على أيقونةِ Invoke، وبعد ذلك على النبائط Devices المعنية، مع افتراض أنّها واقعة على نفس صفحةِ الرسم التخطيطيِ. إذا كانت البوابة المنطقية Gate سَتُوْضَعُ

على صفحة رسم تخطيطي مختلفة، قم بالذْهابُ إلى تلك الصفحة، ثم قم بتنشّيطُ الأمر Invoke، وقم بكتابة اسمَ النبيطة Device في نافذة كتابة الأوامر. اختر البوابة المنطقية المرغوبة في نافذة الأمر Invoke ، شكل (٣)، ثمّ ضِعُه. ثمّ قم بربط أو توصيل البوابة المنطقية بالتغذية و ذلك بتوصيلها إلى نقط التوصيل الشبكية المؤدية إلى ذلك.



شكل (٣) يوضح عملية جلب عنصر،يتم وضع البوابة P

٥-١-٨ النبائط ذات البوابات المنطقية العديدة:

Devices with Several Gates

تَتضمّنُ بَعْض الدوائر المتكاملة الرقمية لَيس بوابة الكترونية واحدة بل عِدّة بوابات الكترونية. وهذه البوابات المنطقية توضع عادة الواحدة تلو الأخرى بواسطة الأمر ADD . لوَضْع بوابة الكترونية معينة يمكنك استخدام اسم البوابة المنطقية مباشرة.

مثال :

الدائرة المتكاملة الرقمية *74*00* مِنْ مكتبة العائلة *74xx-eu* تتكون من بوابِات إلكترونية للوظيفة NAND تأخذ الأسماء من A إلي D و بوابة الكترونية للقدرة power gate يطلق عليها P . إذا كنت تُريدُ وَضْع البوابِة المنطقية المسماة C أولاً، استخدم اسم البوابة المنطقية مع الأمر ADD:

```
ADD 'IC1' 'C' 74LS00@74xx-eu.lbr
```

انظر لوظيفة طلب المساعدة في الأمر ADD

طالما تم وضع بوابة الكترونية واحدة، فإن البوابة التالية يتم رْبَطُها بالفأرة (مستوى الإضافة addlevel هو القادمُ). ضِعْ بوابَة الكترونية واحدة بعد الأخرى على الرسم. عندما تكون كُلّ البوابات المنطقية المستخدمة موجودة في دائرة متكاملة رقمية واحدة، فإن هذه الدائرة المتكاملة يتم جلبها كلها.

إذا كانت بوابات دائرة متكاملة واحدة مُوَزَّعة على عِدّة صفحات، قم بوضِعُهم أولاً بالأمر Add، ثم قم بالتغيير إلى الصفحةِ الأخرى للشكل التخطيطيِ، و اكتب، على سبيل المثال

```
INVOKE IC1
```

في نافذة كتابة الأوامر. أختر البوابَة المنطقية المطلوبةَ مِنْ نافذة الأمر Invoke.

٥-٢ كيفية تنفيذ توصيلات الشكل التخطيطيِ:

Wiring the Schematic Diagram

٥-٢-١ رسم الوصلات الشبكية (NET)

الأمر NET يعرف التوصيلات الكهربائية بين الأطراف الدبوسية. بداية و نهاية التوصيلات الشبكية لابد وأن تكون عند نقط توصيل الطرف الدبوسي. هذه التوصيلات تكون مرئيةُ عندما تكون الطبقةُ رقم ٩٣، Pins، ظاهرة (الأمر DISPLAY).

يتم التوليد الآلي لمسميات الوصلات الشبكية دائماً. وهذا العمل يُمكنُ تغييره بواسطة الأمر NAME. يتم توصيل الوصلات الشبكية بنفس المسمى مع احدهما الآخر، بغض النظر عن أيهما يبدوا ظاهراً. وهذا يَنطبقُ حتى عندما يَظْهروا على صفحات مختلفِة.

يقوم برنامج EAGLE بالتسمية الآلية للوصلات الكهربائية nets. في مثالِ الملف العينة demo1.sch، خطوط التوصيل الكهربي عند C5 pin + , U1 pin 3(VI)، و JP2 pin16 يأخذون نفس الاسم. هذه الأطراف الدبوسَية تم توصيلها إلى نفس نقطة التوصيل الكهربائية، بالرغم من أن خطوطِ التوصيل الكهربي لَيستْ مرسومة بشكل مستمر.

إذا أخذت وصلة شبكية إلى وصلة شبكية أخرى، فإن نقطة توصيل مسار عمومي bus، أَو نقطة توصيل طرف دبوسي pin، تعطي نهايات لخط التوصيل الشبكي و قد تم توصيلها. وإذا لم يتم اتصال عند وضع الوصلة الشبكيةَ، فإن خط التوصيل الشبكي يستمر بحركة الفأرة حيث يكون مرتبط بها. هذا السلوكِ يُمْكِنُ أَنْ يُتغيّرَ خلال القائمة Options/Set/Misc (استعملُ خيار الإنهاء الآلي والمسار العمومي bus ِ). إذا كان

هذا الخيارِ مُعَطَّلُ، فإن النقر المضاعف مطلوب لإنهاء الوصلات الشبكية. يتم رؤية الوصلاتَ الشبكية Nets على الطبقةِ ٩١، Nets.

يَجِبُ أَنْ تَنتهي الوصلات الشبكية بالضبط عند نقطة توصيل الطرف الدبوسي المطلوب الربط عندها. أي وصلة شبكية تكون غير مرتبطة لطرف دبوسي إذا كانت منتهية عند أي منطقة على خط الطرف الدبوسي. سوف يقوم برنامج EAGLE بإعلامك باسم الوصلة الشبكية الناتجة أو يقدم لك خيار للأسماء الممكنة إذا قمت بالتوصيل لوصلة شبكية مختلفة.

يتم استخدام الأمر JUNCTION لوضع علامة التوصيل عند التقاطع الموصول بين الوصلتين الشبكيتين. التوصيلات Junctions توضع بواسطة default . هذا الخيارِ، (Auto set junction)، يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُعطّلَ خلال القائمة Options/Set/Misc. يجب رسم الوصلات الشبكية بالأمر NET ، و ليس بالأمر WIRE.
لا تقم بنْسخْ خطوطَ الاتصال الشبكية بالأمر COPY. وإذا فعلت ذلك، فإن خطوط التوصيل الشبكية الجديدة لَنْ تَحْصلَ على أسماءِ الوصلات الشبكية الجديدةِ. هذا يُمْكِنُ أَنْ يُؤدّي إلى توصيلات غير مرغوبِة.

إذا استخدم الأمر MOVE لتَحَرُّيك وصلة شبكية موجودة على وصلة شبكيةِ أخرى، أَو على طرف دبوسي ، فإنه لن ينشأ اتصال كهربائيَ. ولفحص هذا، يُمْكِنُك أَنْ تَنْقرَ الوصلة الشبكية بالأمر SHOW. كُلّ الأطراف الدبوسية والوصلات الشبكية المُرتَبِطة ستضاء highlighted . إذا تم تحريك البوابة المنطقية، فإن الوصلات الشبكية الموصولة لها سوف تسحب على طول.

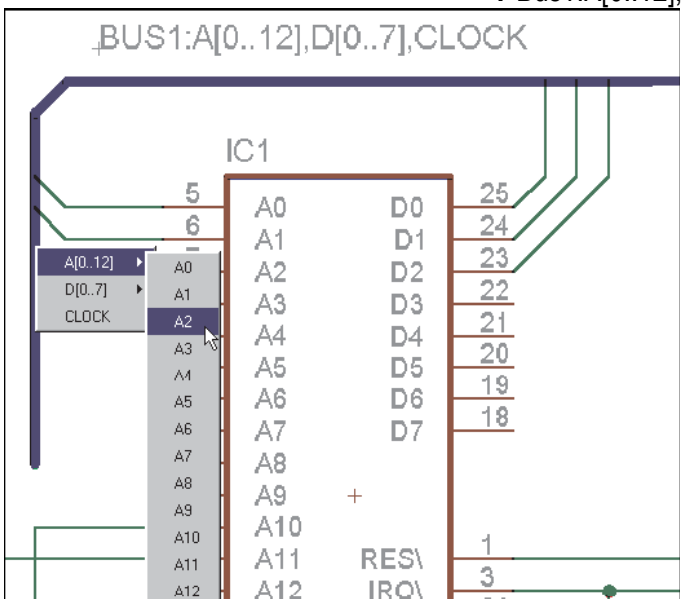
يُمْكِنُ وْضَعَ معرف identifier على الوصلة الشبكية بواسطة الأمر LABEL.

بينما يكون الأمر NET نشيط، فإن خانة الحالة status bar أسفل الشاشة ستبين خواص نقطة التوصيل الكهربي المختارةِ.

٥-٢-٢ رسم المسار العمومي (BUS) :

كما أوضحنا سابقاً بمجرد إنشاء المسار العمومي Bus يقوم البرنامج آلياً بإعطائه الاسم B$1 و يكون لزاماً عليك إعادة تسميته من جديد موضحاً الإشاراتَ التي يتضمّنها (مسميات وظائف الأطراف الدبوسية للدائرة المتكاملة). و يجب أن تعرف أن أى مسار عمومي يعتبر عنصرِ مرسوم. وهو لا ينشئ أيّ توصيلات كهربائية.

حيث يتم إنشاؤه دائماً بواسطة الوصلات الشبكية وأسمائِها. و وظيفة القائمة المرافقة و المنبثقة هي صفة خاصة للمسار العمومي ، شكل (٤). يتم فتح القائمة إذ تم النقر على المسار العمومي bus بالأمر NET . محتويات القائمة تم تحديدها بواسطة اسم المسار العمومي. يطلق على المسار العمومي في الشكل التخطيطي التالي Bus1:A[0..12],D[0..7],Clock .



Bus menu

شكل (٤)

النَقْر على خَطِّ المسار العمومي bus line بينما الأمر NET نشيط (فعال)، يَتم فْتحُ القائمة الموضحة سابقاً. اسم الوصلة الشبكيةِ net التي سَتوْضَعُ يتم اختيارها مِنْ هنا.

دليل index الاسم الجزئي للمسار العمومي قَدْ يَعمل مِنْ ٠ إلى ٥١١. يقوم نظام طلب المساعدةَ بتزوّيدُك بالمزيد من المعلوماتِ حول الأمر BUS .

تحذير : لا تُستعملْ أمر السلكَ WIRE لرَسْم خطوطِ الشبكة net أو المسار العمومي bus في توصيلات الدائرة التخطيطية schematics - استخدم الأمر NET أَو BUS بدلاً مِن ذلك!

مثال آخر على الأمر BUS :

قم بتحميل ملف الشكل التخطيطي bus.sch مِنْ التفريعة Projects/examples/tutorial. تظهر الدائرة التخطيطية بالمسارات العمومية كما بالشكل (٥). أي مسار عمومي

يَجِبُ أَنْ يرسم بالأمر BUS . حيث يُسمّي آلياً (..B$). و من المعروف أن أي مسار عمومي لَيْسَ لَه أهميةُ منطقيّةُ. بل هو عنصرِ مرسوم فقط كما أشرنا سابقاً. الارتباطات المنطقيّة (الوصلة الشبكية) يتم تعريفها فقط بالأمر NET. الوصلة الشبكية Nets التي لها نفس الاسم تكون متماثلة حتى إذا كانوا على صفحاتِ مختلفةِ من الشكل التخطيطي أو بصرياً لَيسَوا موصلين.

يعرف المسار العمومي باسم الإشاراتَ التي يحتويها. في مثالِنا هذا يحتوي المسار العمومي الإشارات من VALVE0 إلى VALVE 11 و إشارة مسماة بالمختصر EN . ولهذا يتم تسمية المسار العمومي بالاسم EN,VALVE[0..11] بواسطة استخدام الأمر NAME .

المسار العمومي في مثالِنا لَمْ يتم تشطيبه بعد. فهناك ما زالَ بَعْض التوصيلات يجب رسمها. أبدأ توصيل الإشاراتِ التاليةِ إلى الدائرة المتكاملة رقم IC7 بواسطة اختيار الأمر NET و النقر على خط المسار العمومي :

```
EN        IC7 Pin 14 EN
VALVE0    IC7 Pin 16 INA
VALVE1    IC7 Pin 15 INB
VALVE2    IC7 Pin 10 INC
VALVE3    IC7 Pin  9 IND
```

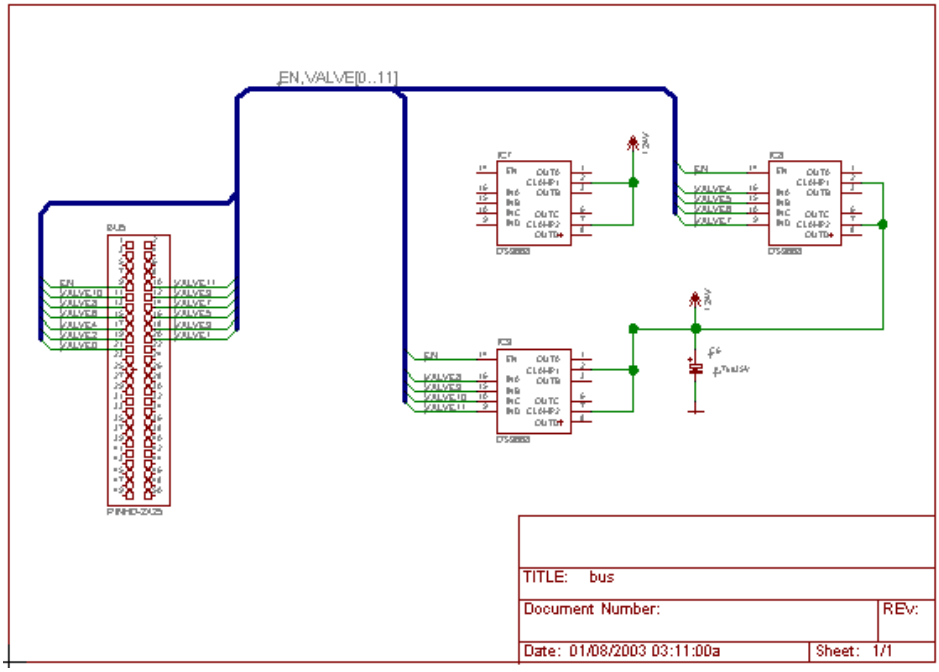
قم بالنقر على الأمر NET من شريط الأوامر وحرّكُ المؤشّر إلى الطرف الدبوسي رقم 14 للدائرة المتكاملة IC7،و قم بالنقر عليه. يحدث التوصيل الشبكي مع هذ الطرف ، قم بسحبه حتى المسار العمومي حيث عنده يتم النقر فتظهر القائمة المنبثقة التي تحتوي تعريف لكل الاشارات التي يحتويها هذا المسار. قم بتحديد الاشارة المرغوب توصيلها على هذا الطرف الدبوسي و هى EN و انقر عليها. كرّرْ هذا العملِ للإشارات VALVE3 .. VALVE0. أستعمل الأمر LABEL لإظهار أسماء الوصلات الشبكية net names في الشكل التخطيطي.

إذا أردت إلْغاء هذا العملَ، قم بالنْقرُ على الأيقونةَ UNDO ، أَو استعملُ المفتاح F9 . أمّا بالنَقْر على أيقونةِ Redo أو باستعمال المفتاح F10 يُمْكِنُك أَنْ تُؤدّي العمل الملغي مرةً أخرى.

أستعمل الأمر MOVE لتَحريك قِطَاعِات المسار العمومي الفردي. اختر القطاع القُرْيب من الطرف لكي يُحرّكَ النقطة الطرفية. اختر قطاع في مكان ما في

المنتصفِ، لتَحريكه إلى موقع موازي. يُمْكِنُك أَنْ تَحْذفَ القِطَاعات الفردية بالأمر Delete.

يأخذ المؤشّر شكلَ أربعة أسهم عندما تُريدُ اختيار كائن رسومي نقطة الأصل له قريبة جداً من نقطة أصل كائن آخر. في هذا النوع مِنْ الحالات، قم بالنقرْ على الزرَّ اليسار للفأرة لاختيار الكائن البارَز (المضاء) highlighted . قم بالنقرْ على الزر الأيمن للفأرَة إذا أردت الاستمرار إلى الكائن المجاور مباشرة. المعلومات حول الكائن المختار يُمْكِنُ أنْ يُوْجَدَ في خانةِ الحالة.



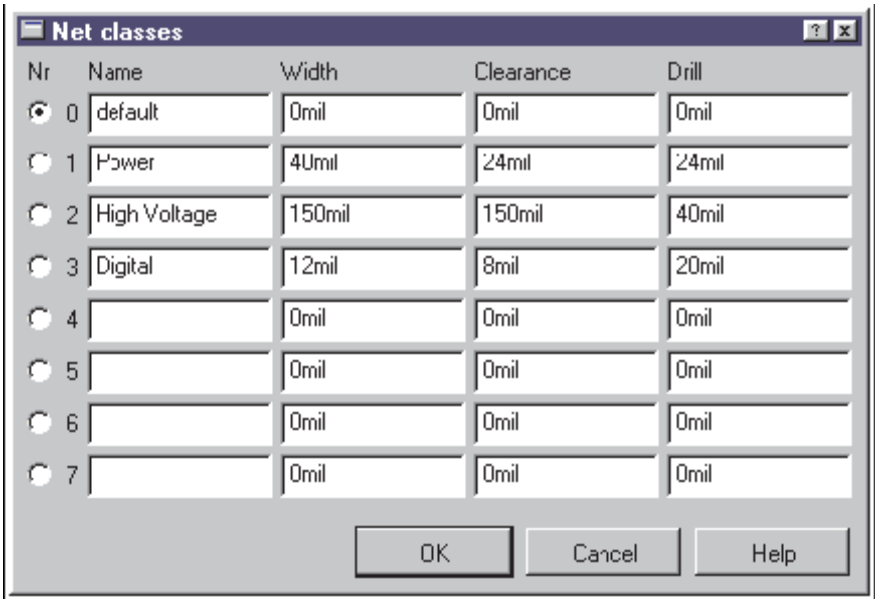
شكل (٥)

٥-٢-٣ تحديد أصنافِ (فئات) الوصلات الشبكية:

Specifying Net Classes

يقوم الأمر CLASS بتُحدّيدُ صنف الوصلة الشبكية (أيضاً Edit/Net classes) ، الشكل (٦). يحدد صنفُ الوصلة الشبكية عرضُ المسارِ track width الأدنى، والخلوص الأدنى مِنْ الإشاراتِ الأخرى وقطرِ الفتحةَ لنَقط العبور vias في لوح الدائرة المطبوعة لصنف معيّن من الإشاراتِ. و الإعداد القياسي هو وصلة شبكية ذات الصنف 0، التي تعْني أنه لا شيء من هذه الأشياء محدّد. هناك حَدّ أعلى مِنْ ٨ أصنافِ وصلات شبكية محتملة.

يمكن تغيير أصناف الوصلات الشبكية في موعدٍ لاحق بواسطة الأمر CHANGE (خيار الصنفَ Class). هذه الإعدادات يُمْكِنُ أيضاً أَنْ تُتْرَكَ حتى تَصِلُ مرحلةَ تخطيطَ اللوح المطبوع.



شكل (٦) فئات الوصلات الشبكية : إعدادات مختلفة

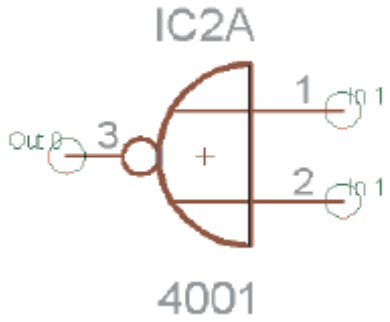
للتعريف الدائم لأصنافِ الوصلات الشبكية، كما هو لكل المشاريع، فإن الفرد يُمْكِنُه أَنْ يَستعملَ الأمر CLASS في ملف eagle.scr.

٥-٢-٤ مبادلة الأطراف الدبوسية Pinswap ومبادلة البوابات المنطقية Gateswap :

الأطراف الدبوسية أَو البوابات المنطقية اللتان لَهُما نفس مستوى المبادلة swaplevel يُمْكِنُ أَنْ يتبادلا الواحد مع الآخر. هذه الخواص محدّدة سواء عندما يكون الرمز مُعَرَّفُ (pinswap) أَو عندما تكون الدائرة المتكاملة الرقمية قد تم إنشاؤها (gateswap).

إذا كان هناك طرفين دبّوسين لهما نفس مستوى المبادلة swaplevel، فإنه يُمْكِنُ أَنْ يتم المبادلة بينهما. قم بإظهار طبقة العرضِ رقم ٩٣، الأطراف الدبوسية Pins ، لكي نجْعلَ مستوى المبادلة swaplevel للأطراف الدبوسية مرئي ، شكل (٧).

الأطراف الدبوسية Pins أَو البوابات المنطقية gates قَدْ لا تتُبادّلانِ إذا كان مستوى المبادلة swaplevel = 0.



شكل (٧) مستوى التبديل : طبقة الأطراف الدبوسية مرئية

الطرفان الدبوسيان للدخل أرقام ١ ، ٢ لَهُما مستوى مبادلة swaplevel 1، لذا يُمْكِنُ أَنْ يُتبادلا معاً. بينما الطرف الدبوسي للخرج ، ٣، الذي عِنْدَهُ مستوى المبادلة swaplevel 0، لا يُمْكن أنْ يُتبادلَ معهما. يُمْكِنُك أَنْ تَجدَ مستوى المبادلة swaplevel لبوابة منطقية بواسطة الأمر INFO معلوماتَ.

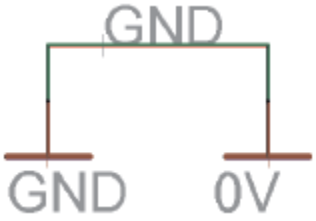
٥-٢-٥ تغذية القدرة الكهربائية Power Supply

الأطراف الدبوسية المعرفة بالمختصر Pwr يَتم رْبطُها آلياً. هذا حقيقيُ، حتى إذا كانت البوابِة الكهربائيةِ لَيست مجلوبة بشكل واضح إلى الشكل التخطيطي. فإن اسمُ الطرف الدبوسي Pwr يحدد اسم خَطِّ الفولطيةَ. وهذا يتم تثبيته بتعريفِ الرموز في المكتبةِ.

إذا تم توصيل الوصلات الشبكية إلى الأطراف الدبوسية للقدرة Pwr و الخاصة بالدائرة المتكاملة الرقمية، فإن هذه الأطراف الدبوسية ليست قابلة للتوصيل آلياً. ويتم ربطها بدلاً من الوصلات الشبكية الموصولة.

لكُلّ طرف دبّوسي للقدرة Pwr لابدّ أن يكون هناك على الأقل طرف دبّوسي واحد بنفس الاسم لكن في مسمى التغذية (supply pin). لابدّ أن يكون هناك واحد على كُلّ صفحة. هذه الأطراف الدبوسية Sup مَجْلُوبة إلى الشكل التخطيطي على شكل رموز تغذية كهربائيةِ ، شكل (٨)، و تم تعريفها كعناصر في المكتبة (انظر supply.lbr). هذه العناصر (رموز القدرة) ليس لها تغليف، حيث أنها في الأصل لا تمثل عناصر. و هي تستخدم كجهود تغذية supply voltages في الشكل التخطيطي، كما هو مطلوبُ في عملية فحص القاعدةِ الكهربائيةِ (ERC) لأغراضِ عملياتِ الفحوص المنطقيّةِ.

جهود التغذية المُخْتَلِفةِ، مثل 0V أَو GND، التي لها نفس الجهد، يُمْكِنُ أَنْ توصَلَ بإضافة رموز تغذية مناظرة و ربطهم مع الوصلة الشبكية. و الوصلة الشبكية هذه يتم إعطائها اسم هذا الجهد (ومثال على ذلك: - GND).



شكل (٨) رموز التغذية

إذا تم وضع الطرف الدبوسي (المعرف بمختصر التغذية Sup) في وصلة شبكية (بواسطة الأوامر ADD، MOVE) فإن هذا القطاع الشبكي سوف يستقبل اسم الطرف الدبوسي للتغذية. وسوف يتم إعلام المستعمل ما إذا تغيّرُ اسمَ الوصلة الشبكية طالما تم توصيل الطرف الدبوسي للتغذية. إذا تم حذف الطرف الدبوسي الأخير للتغذية على الوصلة الشبكية، فإن هذا يعطي اسم جديد، حيث يتم توليده آلياً.

٥-٣ فحص وتصحيح الدائرة التخطيطية

Check and Correct Schematic

يجب فحص أى دائرة تخطيطية بمساعدة " فحص القاعدةِ الكهربائيةِ (ERC)، عند اكتمال تصميم الدائرة التخطيطية، إنْ لمْ يكن قبل ذلك. يقوم ERC بكْتابَة كُلّ رسائل التحذير و الأخطاء في ملف نَصِّي ذا الامتداد (erc.*)، و يقوم بعرض هذا الملفِ في نافذة محرّرِ النَصَّ. رجاءً قم بفحص كُلّ الرسائل وأجراءِ التصحيحاتَ الواجبة في الدائرة التخطيطية، إذا كان ضروري. قم بتشغيل ERC مَرة ثانية لمراجعة ما قمت بتصحيحه .

رجاءً تذكّرْ:

يقوم ERC بفحص الدائرة التخطيطية طبقاً لمجموعة صارمة مِنْ القواعدِ. ويُمْكِنُ أَنْ يَحْدثَ أحياناً تفاوت في رسالةَ الخطأِ المتولدة مِنْ الشكل التخطيطي.

إذا كان من الضروريِ، قم بعْملُ خرج من قوائم الوصلات الشبكيةِ net list والأطراف الدبوسية pin list (الأمر تصدير EXPORT). الأمر SHOW يَسْمحُ بتتبع

الوصلات الشبكية في الدائرة التخطيطيةِ. و توضح الخبرة في أن طباعة الدائرة التخطيطيَة بواسطة الأمر PRINT يكون مفيداً عند البْحثُ عن العيوبِ.

في حالة ملف اللوح (الرسم التنفيذي) المطابقِ، يقوم ERC أيضاً بفحص الاتساق بين الدائرة التخطيطيةِ ولوح الدائرة المطبوعة (التنفيذية). إذا لم يكن هناك اختلافات، فإن ERC يقوم بتقرير الاتساق بين اللوح (الدائرة التنفيذية) و الدائرة التخطيطية في نهاية الملف النصي. ما عدا ذلك فإن رسالة اللوح والدائرة التخطيطية تَكُونُ ملقنة. الاختلافات سَتُدرجُ في ملفِ ERC أعلاه. شاهدْ رقّمْ صفحات ٧٨ أيضاً للمزيد من المعلومات مع الربط بالملاحظات التفسيرية الأماميةِ & الخلفية.

مثال : قم بتحميل الملف العينة demo1.sch. و باستخدام الأمر ERC يمكنك اختبار الدائرة التخطيطية schematics من ناحية الأخطاء الكهربائية electrical errors .

و تكون نتيجة الفحص هذه عبارة عن رسائلَ تحتوي على تحذيراتَ و أخطاء تكون متولدة و مكتوبة في ملف يحمل نفس اسم الشكل التخطيطي مع إضافة الامتداد.erc* . يتم عرض هذا الملفِ آلياً في نافذة محرّرِ النَصِّ إذا تم توليد هذه الرسائلِ. لاستعمال الأمر قم بالنقر على الأيقونة ERC في شَريط الأوامر.

يخرج الأمر ERC من الملف العينة برسالتين هما:

```
WARNING: Sheet 1/1: POWER Pin IC1 VSS connected to GND
WARNING: Sheet 1/1: POWER Pin IC1 VDD connected to +5V
```

حيث تُخبرُك هاتان الرسالتان بأنّ الأطراف الدبوسَية للقدرة الكهربائيةَ تتصلُ مع إشاراتِ أخرى عنْ المتوقّعِة. الأطراف الدبوسية للقدرة الكهربائية سُمّيتْ في المكتبة VSS أَو VDD و لكن تم توصيلها إلى GND و 5V+. في حالتِنا هذه كانتْ مَعْمُولة عمداً،لذا فإن الرسائل يُمْكِنُ إهمالها.

من فضلك لاحظْ أنّ ERC يُمْكِنُه فقط أَنْ يَكتشفُ مصادرَ الخطأِ المحتملةِ. يعود الأمر لك للتفسيرِ المناسب لرسائلِ ERC بشكل صحيح!
إذا أردت أَنْ تَتعلّمَ أكثر عن الأمر ERC، اكتب الأمر: HELP ERC ← في نافذة كتابة الأوامر للمساعدة.

أخطاء بسيطة يجب تجنبها:

٥-٣-١ تداخل الأ ظراف الدبوسية Superimposed Pins :

سَتَكُونُ الأطراف الدبوسية مُرتَبِطة إذا كان تم وضع نقطةِ اتصال دبوسِية غير مرتبطة على نقطةِ اتصال دبوسيه أخرى. الأطراف الدبوسية لَنْ تكون موصَولُة إذا قمت بوضِعُ طرف دبّوسي كان موصولاً لخَطّ اتصال شبكي على طرف دبوسي آخرِ.

٥-٣-٢ طرف دبوسي مفصول عند إحداث التحريك :

إذا تم تحريك عنصرِ فإن أطرافه الدبوسية التي لم تكن موصولة سوف يتم توصيلها لأي وصلات شبكيةَ أو أطراف دبوسيه أخرى التي ربما تكون موجودة في موقعها الجديد . استخدم الأمر UNDO إذا حَدثَ هذا بغير قصد.

٥-٣-٣ إدماج أشكال تخطيطية Schematics مختلفة:

أوامر المجموّعُة GROUP، و القطع CUT، واللصق PASTE يمكن استخدامها لنَسْخ دائرة تخطيطية أو أجزاء منها إلى دائرة تخطيطية أخرى. ولعمَلُ هذا قم بفتح الدائرة التخطيطية، وعرض كُلّ الطبقات (DISPLAY ALL)، و اختيار كل الكائنات الرسومية التي يَجِبُ أَنْ تنْسَخَ بالأمر GROUP، وقم باختيار المجموعة بالأمر قطعِ CUT و النقر على الزر اليمين للفأرِة. قم بفتح دائرة تخطيطية أخرى الآن واستَعملُ الأمر PASTE .

بينما تقوم بإدخال مجموعةِ لبرنامج EAGLE قم بفحص أسماءَ الكائنات الرسومية وقارنُها بالأسماء الموجودة في الدائرة التخطيطية المضاف إليها. إذا كان هناك توافق فإن الكائنات الرسومية المتأثّرةُ التي سيتم إدخالها تَحْصلُ على أسماءِ صريحةِ جديدةِ. وهذا يَحدث أيضاً بملفاتِ اللوح (الرسم التنفيذي)، مشيرة هنا بأنه ليس هناك اتساق تخطيطي متاح.

٥-٤ الدخول إلى الملف التخطيطي :

Entering a Schematic

الآن دعنا نبدأ في تنفيذ رسم تخطيطي. سوف نرسم الشكل التخطيطي الموضح بالشكل (٩) التالي ، حيث سنستخدمه كمرجع. إذا كنت لا ترغب في إدخال كل الشكل التخطيطي بالكامل فإنه يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ عينةَ الملفdemo1.sch المخزون في تفريعة الكتاب التعليمي طبقاً للمسار eagle/examples/tutorial . ابدأ بضَغْط المفتاحين ALT+F2 أَو النْقر على أيقونة التكبير أو التصغير لمُلائَمَة النافذةِ بإطارِ الرسم.

الرسم التخطيطي يَتضمّن العناصرِ التاليةِ:

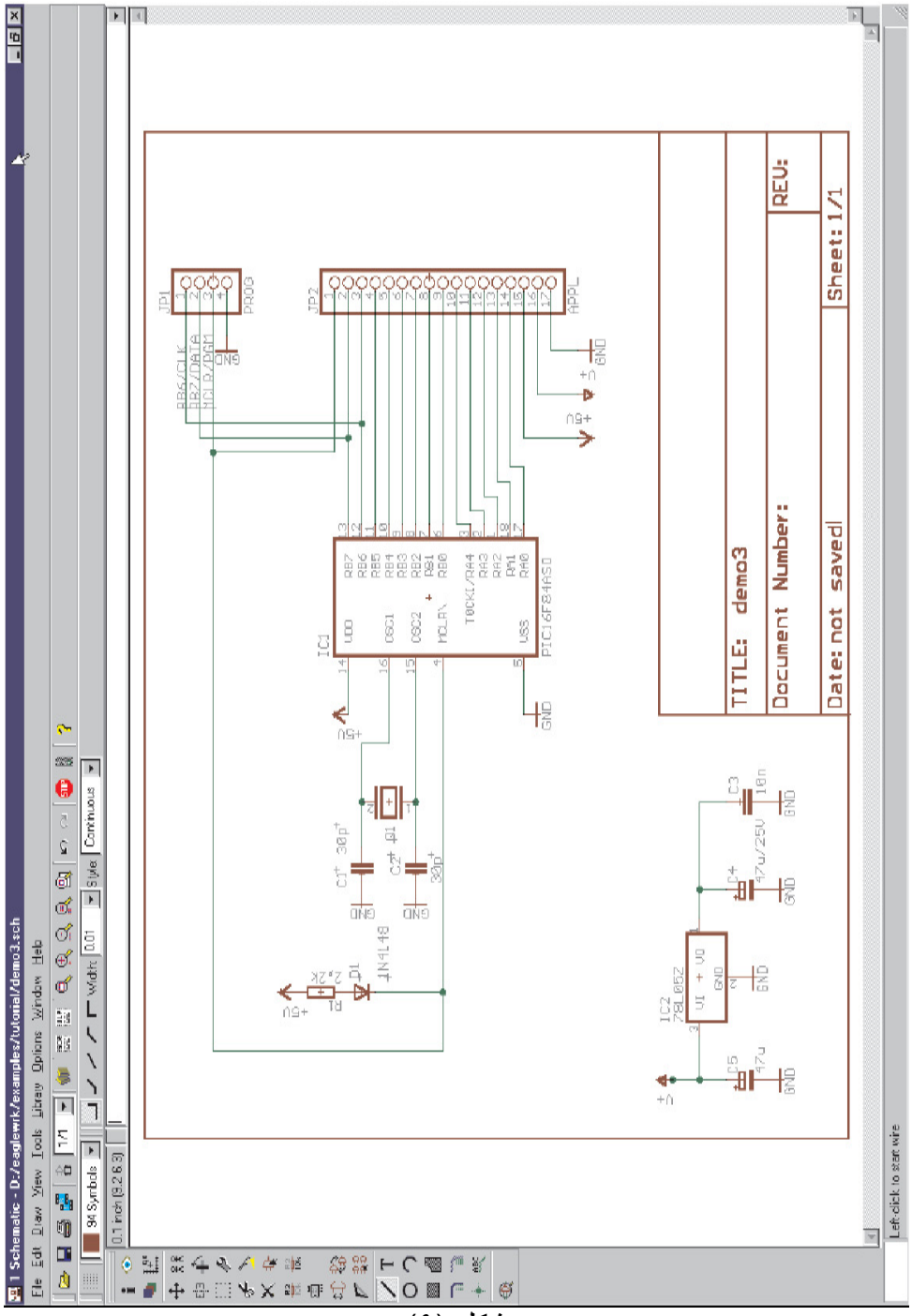
أستعمل الأمر Add لوَضْع العناصر المدْرجة في القائمة.

رجاءً تذكّرْ:
لا يَجِبُ أَنْ تُغيّرَ الشبكةَ البيانية الأصليةَ (القياسية) مِن القيمة ١٠٠ mil (= ٢,٥٤ مليمتر) في المحرّر التخطيطي. تمكنُك هذه الطريقة من أَنْ تتأكّد فقط بأن الوصلات الشبكية nets سَتَكُونُ مُرتَبِطة مع الأطراف الدبوسية للعناصرَ.

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1	30p	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C2	30p	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C3	10n	C-EU025-025X050	C025-025X050	rcl	1
C4	47u/25V	CPOL-EUTAP5-45	TAP5-45	rcl	1
C5	47u	CPOL-EUTAP5-45	TAP5-45	rcl	1
D1	1N4148	1N4148	DO35-10	diode	1
IC1	PIC16F84AP	PIC16F84AP	DIL18	microchip	1
IC2	78L05Z	78L05Z	TO92	linear	1
JP1	PROG	PINHD-1X4	1X04	pinhead	1
JP2	APPL	PINHD-1X17	1X17	pinhead	1
Q1		XTAL/S	QS	special	1
R1	2,2k	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
F1		DINA4_L		frames	1

يُمْكِنُك إظهار و عدم إظهار الشبكةَ بنَقْر أيقونةِ الشبكةَ GRID أَو بسهولة أكثرَ باستعمال المفتاح F6 ، لُلمسَاعَدَة في تُحدّيدُ مكان العناصر. بمجرد وَضع العناصر يُمْكِنُك إعادة وضعها بالأمر MOVE. قم بتنشّيطْ الأمر MOVE بنَقْر الأيقونةِ الملائمةِ في مسطرة الأوامر، ثمّ حرّكُ المؤشّر إلى العنصر الذي تُريدُ تحريكه و انقر. يقوم برنامج EAGLE بإبرازُ العنصر، حتى يعلمك بأنّه تم ارتباطه مع المؤشّر وجاهز لكي يتم إعادة نقله.

عندما تقوم بنقلْ العنصر، انقر لوَضْعه في موقعِه الجديدِ. و يجدر بالذكر أن الأمر MOVE ما زالَ نشيطُ ومستعدّ لتحريكُ العنصر التالي. اضغط الزر الأيمن للفأرَة إذا كنت تُريدُ إدَارَة أى عنصر. لنَسْخ العناصر يمكنك استخدام الأمر COPY (على سبيل المثال، C1 and C2). وهكذا ليس من الضروري أن تَجْلبُ كُلّ عنصر بالأمر Add. عندما تكون قد وضعت وحدّدتَ مكان العناصر، ابدأ في تُوصيلُها باستخدام أمر الوصلات الشبكية NET.


TITLE: demo3
Document Number:
REV:
Date: not saved
Sheet: 1/1
IC1
PIC16F84A50
IC2
78L05Z
JP1
JP2
1N4148
GND

شكل (٩)

تحذير: استعمل الأمر NET، و لا تستعمل الأمر WIRE!

٥-٤-١ أمر التسمية NAME :

يقوم برنامج EAGLE بوضع تسمية لنقط التوصيل آلياً مثل .. $B. للمسارات العمومية buses ، و .. $P للأطراف الدبوسية pins، و .. $N للوصلات الشبكية الكهربائية nets.

قم بالنقر على الأمر NAME وبعد ذلك انقر على الوصلة الكهربائية للعنصر IC1 pin (16) OSC1. تقوم قائمة popup بإظهار الاسمَ المُعَرَّفَ سابقاً للوصلة. اكتب

OSC1

و اضغط على الأمر موافق OK تكتسب الوصلة هذا الاسم فوراً. أسماء المكوّناتِ والمسارات العمومية busses يُمْكِنُ أَنْ يُتغيّرا بنفس الطريقة.

٥-٤-٢ الأمر VALUE :

يَسْمحُ برنامج EAGLE بتَعريف أَو بتَغيير قيم العناصرِ مثل المقاوماتِ أَو مكثّفات. في حالة الدوائر المتكاملة ICs ، تُخبرُك القيمة عن نوع العنصرِ (ومثال على ذلك: - 74LS00N).

- VALUE
- the resistor,

قم بكتابة القيمةَ الجديدةَ ،2.2k، ثم انقر، تظهر القيمة الجديدة. يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ الأمر NAME لتَغيير أسماءِ المقاوماتِ، ومكثّفات، و الدوائرِ المتكاملة، والوصلات الشبكية nets والمسارات العمومية buses وفقاً لذلك. يُمْكِنُك أَنْ تُغيّرَ أسماءَ الوصلات الشبكية net إلا أن هذا ليس ضرورياً، ما لم تُريدُ الحصول على قائمة وصفية للوصلات الشبكية netlist.

٥-٤-٣ أمر البطاقة النصية LABEL :

يسمح لك هذا الأمر بوَضْع اسم كل من المسار الرئيسي bus أَو الوصلات الكهربائية net على الرسم التخطيطي في أى موضع. انقر على الأمر LABEL، ضع المؤشّر على الوصلة الكهربائية MCLR/PGM ثم قم بالنقر. يتم ربط اسم الوصلة net مع المؤشّر حيث يعطيك الفرصة لأَنْ تَضعَه في أيّ موقع. يُمْكِنُك أيضاً إدارته باستخدام

زر الفأرة اليمين. حدّدْ مكان وضع البيان label تقريباً كما هو موضح في الشكل وقم بالنقر لتَثبيت موقعِه (بالقُرْب near JP1 pin 3).

إذا تم تغيير اسم الوصلة net، أو اسم المسار العمومي bus فإن البطاقات النصية labels المتعلقة بهما تَتغيّرُ أيضاً. البطاقة النَصّية لا يتم تغيّيرْها بالأمر CHANGE TEXT ولكن بالأمر NAME ثم النقر على خَطِّ التوصيل net line أو خَطِّ المسار العمومي bus line.

الأمر CHANGE FONT أو الأمر CHANGE SIZE يقوما بتغيير نوع حروف الخط font أو مقاس النص.

٥-٤-٤ الأمر Delete :

يُمْكِنُك أَنْ تَحْذفَ أى كائن بهذا الأمر. إذا تم تطبيقه على الوصلات الشبكية nets، أو الأسلاك wires أَو المسارات العمومية busses فإن قطعة وحيدة يتم حْذُفها في المرة الواحدة. لاستعمال هذا الأمر ، قم بالنقر على الأمر DELETE في شريط الأوامر، ثم قم بسحب المؤشّر إلى الكائن المراد حْذُفه، و قم بالنقر عليه. أبقِ على مفتاحَ Shift مضَغوطَاً أثناء حْذفُ الكائن لكي يَتم حْذفَ كُلّ الوصلات الشبكية net أَو المسار العمومي bus. و لمعرفة المزيد حول هذا انظر وظيفة طلب المساعدة. الإلغاء UNDO وإعادة الفعل REDO يعمل أيضا هنا جيداً. الأمر GROUP ، و الأمر DELETE ونقر الزر اليمين للفأرة يعمل على حذف المجموعات كلها

٥-٤-٥ الأمر JUNCTION :

إسقاط خط توصيل على خط توصيل آخر net line يولد توصيل connection بينهما. و هذا التوصيل سوف يتم التعبير عنه بنقطة اتصال junction ، و التي سوف تعد آلياً . و من المعروف ان الإعداد الالى للوصلات junctions يمكن التخلص منه باختيار الأمر Auto

Auto set junctions (⇒ Options/Set/Misc)

في هذه الحالةِ، يستَعملُ الأمر JUNCTION لسَحْب عقدةً التوصيل عند التقاطع لخطوط التوصيل nets حيث يتم التوصيل بينهم . بالنقر على الأمر JUNCTION ترتبط العقدة بالمؤشّر. حدّدْ مكان العقدةَ في منطقة اتصال junction لخطي اتصال الشبكة و انقر للتثبيت في المكان المرغوب.

٥-٤-٦ الأمر SHOW :

يعتبر هذا الوقت المناسب لعَرْض وظيفةِ الأمر SHOW . هذا الأمر يستَعملُ لبيان أو إظهار الأسماءِ والتفاصيلِ الأخرى للعناصرِ والكائنات الرسومية. الإشارات signals وخطوط التوصيل nets الكاملة يُمْكِنُ أَنْ يُبرَزا، بالإضافة إلى العناصر.

لبيان أو إظهار على سبيل المثال خط التوصيل net V +،قم بالنقر على الأمر SHOW في شريط الأوامر ثمّ حرّكْ المؤشّر إلى نقطةِ التوصيل U1 pin VI (3) وانقر.

رجاءً لاحظْ أنّ برنامج EAGLE يُبرزُ أسلاكَ التوصيل وكُلّ طرف دبّوسي موصول بهذه الشبكة أو بخط التوصيل هذا ، بالإضافة إلى اسم الطرف الدبوسي لكُلّ جزء مراد الارتباط به. بالإضافة، إلى إدراج الإشارة في خانَةِ الحالة status bar كما يلي:

```
Net: V+, Class: 1 Power
```

بينما يكون الأمر SHOW نشط يظل خط التوصيل net بارزاً بالرغم من أنك panning النافذة بضَغْط الزرِّ الأوسط للفأرة و تحريك الفأرة أو استعمالُ أمر WINDOW النافذةَ. لتعطيل الأمر SHOW قم بنَقْر أيقونةِ إشارةِ التوقّفَ مع استعمال WINDOW REFRESH (F2) إنعاش النافذةَ (F2) . الآن لَنْ تُبرزَ الكائنات.

لإظهار الكائن مَع اسم معيّن، انقر على الأمر SHOW و اكتب الاسمَ (على سبيل المثال D0 ←) في نافذة الأمر. يُمْكِنُك أَنْ تَكتب أسماء أخرى بعد ذلك دون الحاجةِ لتَنْشيط الأمر SHOW. بهذه الطريقة يُمْكِنُك أَنْ تحدد خط توصيل واحد بعد الآخر.

هل ترغب في إظهار عِدّة خطوط توصيل nets في نفس الوقت، قم بكتابة الآتي في نافذة كتابة الأوامر:

```
SHOW RA4 ←
SHOW RA3 ←
SHOW RA2 ←
```

٥-٤-٧ الأمر MOVE :

لن يتم توليد نقطة توصيل كهربائيَ إذا كنت تحرّكُ خَطّ توصيل net line ماراً بطرف دبّوسي (باستعمال الأمر MOVE). من الناحية الأخرى: إذا قمت بتحريك طرف دبّوسي pin على طرف دبوسي آخرِ أَو على خَطّ توصيل net line، فإنه يتولد اتصال

كهربائي، و سوف يرتبط خَطّ التوصيل بالطرف الدبوسي عندما يتم تحريك العنصر أبعد. تذكّرْ الأمر UNDO الإلغاء إذا أردت فَصْل خَطِّ التوصيل.
دقّقْ في التوصيلات connections بالأمر SHOW، كما هو مذكور قبل ذلك. إضافة واحد يُمْكِنُه أَنْ يصدّرَ قائمة نقطة توصيل net أَو طرف دبوسي pin مع الأمر EXPORT التصديرَ.

نافذة كتابة الأوامر :
بمفاتيحِ الأسهمَ لأعلى ولأسفل يُمْكِنُك استدعاء آخر أمر قمت بكتابته و الأوامر الأسبقَ من خلال لوحةَ المفاتيح إلى نافذة كتابة الأوامر وتنفّيذُه بالضغط على مفتاح Enter. باستعمال مفتاح الخروجِ Esc key سَيَتم حْذفُ الأمر المكتوب في نافذة كتابةَ الأوامر. أستعمل المفتاحين Alt+F2 لإظهار الشكل التخطيطيِ كاملاً على الشاشةِ، ثمّ اكتب:

```
SHOW R1 ←
SHOW C1 ←
SHOW IC1 ←
```

الخروج من الأمر SHOW يتم بالنَقْر على أيقونةِ إشارةِ التوقّفَ stop. أعدْ رسم الشاشة، ومثال على ذلك: - مَع المفتاح F2 والضْغطُ علي سهمَ الصعود وسهمِ الهبوط عدة مرات . كما ترى، يُمْكِنُك أَنْ تَتصفّحَ قائمةَ الأوامر المستعملة مؤخراً. طالما يظْهرُ الأمر المرغوب في نافذة كتابة الأوامر، اضغط مفتاحَ Enter.

٥-٥ استكمال الشكل التخطيطي
Completing the Schematic

أستعمل الأمر Add لإضافة العناصر الباقيةِ والرموزِ +5V, V+, GND مِنْ الملف supply1.lbr (search pattern: supply). تُمثّلُ رموزُ تغذية القدرة إشاراتَ القدرة الكهربائيةَ في الشكل التخطيطيِ و استعمال فحص القاعدة الكهربائية (ERC) Electrical Rule Check .
تذكّرْ بأنّه يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ الأمر MOVE لتَحريك الكائنات الرسومية وبأنّه يُمْكِنُك دوران العناصرَ المرتبطة بالفأرِة بالنقر على الزر اليمين للفأرة.

استعمال الأمر NET، يُؤدي إلى توصيلُ الأطراف الدبوسَية للعناصر طبقاً للشكل التخطيطي وتوصيلْ رموزَ التغذية إلى الأطراف الدبوسية المنسوبة. استعمل الزرّ الأيمن للفأرِة للتبديل بين النمطين المتعامدِ والقطريِ بينما تستخدم الأمر NET. استعمل النقرَ لتَثبيت القطعة.

إذا قمت بوضع وصلة شبكية net بالضبط على نقطة اتصال connection point، فإن التوصيل الشبكي يتم في هذا الموقعِ. ما عدا ذلك تظل حالة التوصيل الشبكي متتبعة الفأرة.

٥-٥-١ الأمر Smash :

سَتُلاحظُ أنّه عندما تقوم بتَدُويرُ الثنائيات والمقاوماتَ مِنْ الوضع الأفقي إلى الوضع الرأسي، فإن نصوص التسمية الاسنادية و القيم تدور مع العناصر . و يعتبر هذا غير مستحب حيث أن المستحب هو قراءة التسمية الاسنادية و القيم من قاع لوحة الرسم أى و أنت جالس أمام اللوحة دون إدارة اللوحة أو إمالة رأسك ولذا تم تزويد برنامج EAGLE بالأمر SMASH حيث يسْمحُ لك بتَحَرُّيك MOVE وإدَارَة ROTATE نص الاسم والقيّمُة بشكل مستقل عن الرمز. بينما تحريك النص المنفصل عن الرمز يقوم البرنَامج EAGLE َ برْسمُ خطاً مِنْ النَصِّ إلى العناصر الأصلية لبيان إلى أي عنصر ينتمي هذا النص . و لتنشيط الأمر:

- SMASH

ضع المؤشّر على رمز الثنائي diode وقم بالنقر. حيث يعمل هذا على فْصلُ النَصَّ عنْ الرمز. الآن قم بالنّقرُ على أيقونةُ التحرّكَ MOVE ، وحرّكُ المؤشّر إلى التسمية الاسنادية D1 لرمز الثنائي diode ، وانقر.

يتم وضع علام لنقطةَ اختيار النَصَّ على صورة تقاطع و نقط جانبية، اعتمادا على الدوران، على الركن الأيسرِ الأدنى أَو الركن الأيمن الأعلى.

يصبح الاسمَ مرتبطاً بالمؤشّر الآن. حيث يُمْكِنُ أَنْ يُنقلَ إلى موقع أفضل وإدارته بزرِّ الفأرِة الأيمن. عندما يتم إدارته و نقله D1 قم بالنقر حتى يتم تثبيت النص في موقعه .

إذا أردت تَغيير مقاس نص الاسمِ والقيمة اللذان تم فصلهما من رمز العنصر بواسطة الأمر Smash، استعملُ الأمر SIZE CHANGE (قم بالْنقرُ على الأيقونةَ CHANGE واختر Size مِنْ القائمةِ).

ربما يستعمل الأمر SMASH مع المجموعاتِ. أبقِ مفتاحَ الإزاحة Shift مضَغوطَاً بينما تقوم بالنْقرُ على كائناً أَو داخل المجموعةِ لكي تلغي أمر الفصل unsmash.سَتظْهر النصوص في مواقعِها الأصليةِ.

٥-٦ تمرين تطبيقي :

نقدم فيما يلي تمرين تطبيقي عملي ، للتدرب على كيفية تنفيذ الرسم التخطيطي للدائرة. و يرجى الاهتمام بحفظ الملفات بعد الانتهاء منها نظراً لأننا سنعود إليها مرة أخرى عند التحويل إلى تصميم لوح الدائرة المطبوعة في باب لاحق.

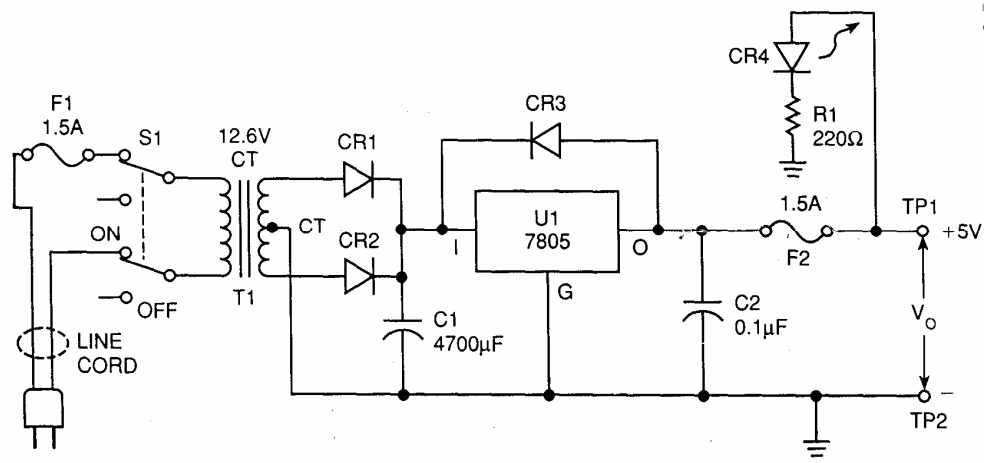
٥-٦-١ موضوع التمرين : وحدة تغذية ٥ فولت مستمر منتظم

REGULATED 5-VOLT POWER SUPPLY

قبل أن يشرع المتدرب في التنفيذ يجب التعرف علي بعض المعلومات التي تؤهله للتعامل مع عناصر الدائرة والدراية الكاملة بالتوصيلات بينها . و سوف نتجه هنا إلى تصميم لوح الدائرة المطبوعة الذي يجب أن يستخدم في هذه الدائرة عند تجميعها.
و بادئ ذي بدء يجب التعرف على نظرية تشغيل هذه الدائرة و كلما اتسعت رقعة المعلومات لديك جنبك ذلك الوقوع في أخطاء و أمكنك من الدراية واسعة الأفق بالموضوع القائم بتصميمه.

من المعروف أن دوائر تغذية القدرة المستمرة DC Power Supply Circuits من أشهر الدوائر علي الإطلاق في عالم الإلكترونيات . فجميع الأجهزة الإلكترونية تعمل علي جهد مستمر صغير بينما شبكات التغذية المتغيرة AC الرخيصة الثمن و التي تمد جميع المباني هي عبارة عن جهود مترددة . فكان من الطبيعي أن يحتوي كل جهاز إلكتروني علي دائرة تغذية قدرة مستمرة و إذا لم يكن يحتوي علي ذلك فلابد من توفيرها له. وعلي ذلك لابد من محاولة فهم وتنفيذ دائرة تغذية قدرة مستمرة في مقتبل الحياة العملية. ويجب أن نعرف أن كل دائرة تغذية قدرة مستمرة تختلف عن الأخرى من حيث القدرة المسحوبة منها أو مقدار دقتها وتنعيم خرجها .

٥-٦-٢ الشكل التخطيطي لدائرة التمرين:



شكل (١٠) يوضح الدائرة التخطيطية لوحدة تغذية قدرة ٥ فولت منتظمة

جدول (١) لكل عناصر الدائرة

م	اسم الصنف بالعربي	اسم الصنف بالإنجليزي	الكمية	التسمية الاسنادية علي الشكل	السعر
١	محول كهربائي ٢٢٠- ١٢.٦فولت	12.6V transformer	١	T1	
٢	ثنائي ، 1N5400	Diode , 1N5400	٣	CR1-CR3	
٣	دائرة متكاملة رقم 7805	IC,7805 Voltage regulator	١	U1	
٤	مبين ثنائي مشع ضوء	LED indicator	١	CR4	
٥	مكثف كيميائي ، ٤٧٠٠ ميكرو فاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 4700 uF, 35V electrolytic	١	C1	
٦	مكثف سيراميك، ٠.١ ميكرو فاراد ، ٥٠ فولت	Capacitor, 0.1 uF, 50V ceramic	١	C2	
٧	مقاومة ، ٢٢٠ أوم ، ٠.٢٥ وات	Resistor , 220 Ω , ¼W	١	R1	
٨	مسرب حراري	Heat sink	١	–	
٩	مسمار و صامولة لتثبيت المسرب	Heat sink mounting hardware	١	–	
١٠	مفتاح ثنائي القطب ثنائي الطريق	DPDT switch	١	S1	

١١	لوح دائرة مطبوعة ($2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$)	$2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$ Circuit board	١	–	
١٢	صندوق أو كابينة الوحدة	Box $2\frac{3}{8}\times4\frac{3}{8}\times7\frac{3}{4}$	١	–	
١٣	ماسك مصهر	Fuse holder	٢	–	
١٤	مصهر يتحمل حتى ١.٥ أمبير	1.5A fuse	٢	F1, F2	
١٥	وصلة سلك كهربائية	Line cord	١	–	
١٦	مقابس توصيل	Connectors	٢	TP1, TP2	

١٧	مجموعة أقدام مطاطية	Rubber feet (set)	١	–	
١٨	أعمدة بلاستيكية أو من مادة PVC	Standoffs	٤	–	
١٩	أنابيب الانكماش الحرارية	Heat shrinkable tubing			
٢٠	مسامير قلاووظ ٦-٣٢، طول ¾	Screws 6-32, ¾ long			
٢١	صواميل ٦-٣٢	Nuts 6-32			
٢٢	مسامير قلاووظ ٤-٤٠، طول ¼	Screws 4-40, ¼ long			
٢٣	صواميل ٤-٤٠	Nuts 4-40			
٢٤	لوحات طباعة حروف و أرقام	Letter print sheet			

عند الشروع في تصميم لوح دائرة مطبوعة لدائرة إلكترونية يجب إتباع الخطوات التالية:

١-**قراءة الدائرة المراد تنفيذها و معرفة نظرية تشغيلها**
٢-**تحديد العناصر ذات التثبيت المستقل:** داخل كابينة الجهاز و بعيداً عن لوح/ألواح الدائرة المطبوعة بالجهاز
٣- **تحديد عناصر الواجهة الأمامية:** تحديد عناصر التشغيل للدائرة و التي تثبت على واجهة الجهاز ولا تثبت على لوح الدائرة المطبوعة
٤- **تحديد عناصر مؤخرة الجهاز:** تحديد عناصر التثبيت على مؤخرة الجهاز ولا تثبت على لوح الدائرة المطبوعة
٥- **تحديد عناصر لوح الدائرة المطبوعة:** الباقي من عناصر الدائرة سيكون عبارة عن عناصر الدائرة ذات الحجم و الوزن و الشكل الصغير و المناسبة للتثبيت على لوح أو عدد من ألواح الدائرة المطبوعة
٦- **تصميم لوح الدائرة المطبوعة:** يتم الشروع في تصميم لوح (أو ألواح) الدائرة المطبوعة باستخدام أحد البرمجيات المتخصصة و الشهيرة بإتباع الخطوات التالية:

- رسم الشكل التخطيطي للدائرة SCHEMATIC و ذلك باستخدام الرموز البيانية للعناصر المزود بها البرنامج و بالتحديد الجزء الذي يحتوي على العناصر الصغيرة أما العناصر الأخرى فيحدد لها عدد من الأطراف المربوطة على مقبس connector أو عدد من الوسائد النحاسية و يكتب عليها التسمية

الاسنادية للعنصر (الذي قد يكون مثبت على مقدمة أو مؤخرة أو داخل الكابينة بطريقة مستقلة).

- استخراج الأشكال العملية للعناصر من مكتبة البرنامج ووضعها في ملف تصميم الدائرة المطبوعة و إعطائها نفس التسمية الاسنادية الممنوحة في ملف الدائرة التخطيطية
- طبقاً لنوع البرنامج المستخدم يتم التوصيل بين العناصر باستخدام عرض مسار و نقط لحام بأبعاد مناسبة حسب تعريف البرنامج لها
- يكون المطلوب لتجميع هذا التمرين هو طباعة الأشكال التالية من البرنامج :

١. شكل جانب العناصر Component Side
٢. شكل جانب اللحام (حسب عدد الطبقات) Solder Side
٣. شكل قناع نقط اللحام Solder Mask
٤. شكل سالب قناع نقط اللحام لرش اللوح بالمادة الخضراء الحافظة

في هذا التمرين سوف نرفع من دائرة تغذية القدرة العناصر التالية حيث تشترك جميعها في أن لها تثبيت ميكانيكي مستقل إلا أن منها ما يوضع على مقدمة الجهاز لأغراض التشغيل و منها ما يوضع على مؤخرة الجهاز كعناصر حماية للجهاز ومنها ما يوضع داخل كابينة الجهاز نظراً لكبر الحجم و الوزن و العناصر هي:

- يجب تحديد العناصر التي لها أوزان و أحجام كبيرة أو لها ظروف تثبيت معينة. بإعادة النظر إلى الشكل التخطيطي لهذه الدائرة و الأبعاد الميكانيكية والأوزان للعناصر التي ستستخدم لتنفيذ هذه الدائرة نجد أن المحول هو أكبر العناصر حجما و وزنا و بالتالي سوف يخصص له تثبيت ميكانيكي مستقل في علبة الوحدة و لا يمكن تثبيته على لوح الدائرة المطبوعة.

- كما يجب تحديد العناصر إلي تثبت على واجهة الجهاز نظرا لاستخدامها الدائم في تشغيل الجهاز و بمراجعة جميع عناصر الدائرة سوف نجد الآتي:

١-مفتاح توصيل ON و فصل OFF وحدة تغذية القدرة.
٢-لمبة البيان LED الدالة على اشتغال وحدة تغذية القدرة
٣-أطراف (مقابس) أخذ القدرة من وحدة تغذية القدرة

هم عبارة عن الأجزاء الكهربية التي تعمل على تشغيل الجهاز.

و من ثم تكون العناصر المثبتة على واجهة الجهاز :

جدول رقم (٢)

م	نوع العنصر	التسمية الاسنادية للعنصر	ملاحظات
١	ثنائي مشع للضوء	CR4	-
٢	مقبس خرج الجهاز من التغذية المستمرة +٥ فولت	TP1	-
٣	مقبس خرج الجهاز من التغذية المستمرة (-)	TP2	-
٤	مفتاح تشغيل الجهاز	S1	-

- كما تم في واجهة الجهاز يتم أيضاً تحديد العناصر التي ستثبت على مؤخرة الجهاز لتوصيله لمنابع الكهرباء العامة و تثبيت عناصر الحماية له و بمراجعة جميع عناصر الدائرة سوف نجد الآتي:

١-مصهران يمكن وضعهما على واجهة الجهاز أو مؤخرته حتى يمكن صيانتهما .
٢-مدخل الوصلة السلكية التي تربط الوحدة بمنابع الكهرباء العامة AC .

العناصر المثبتة على مؤخرة الجهاز :

جدول رقم (٣)

م	نوع العنصر	رمز العنصر على الدائرة	ملاحظات
١	مصهر	F1	-
٢	مصهر	F2	-
٣	وصلة الكهرباء المترددة	AC	

- قم بطرح العناصر التي تم تحديدها في الخطوات السابقة من العناصر الإجمالية بجدول كل عناصر دائرة وحدة تغذية القدرة، فيكون الناتج هو العناصر المتبقية صغيرة الوزن و الحجم والتي يمكن تثبيتها على لوح الدائرة المطبوعة بوحدة تغذية القدرة.

يمكنك توزيع العناصر الصغيرة الوزن و الحجم على لوح أو لوحين أو أكثر من الدوائر المطبوعة إذا كان عددها كبيرا.
يتم تعريف الدائرة المطبوعة بتعريف الوحدة مثلها مثل العناصر الأخرى التي لها تثبيت خاص ومنفرد على واجهة الجهاز أو مؤخرته أو داخله. المفتاح S1 يعتبر وحدة لها أطراف – و لمبة البيان LED تعتبر هي الأخرى وحدة بما أن لها تثبيت ميكانيكي مستقل و هكذا لباقي العناصر الأخرى و المثبتة على واجهة و مؤخرة الجهاز.

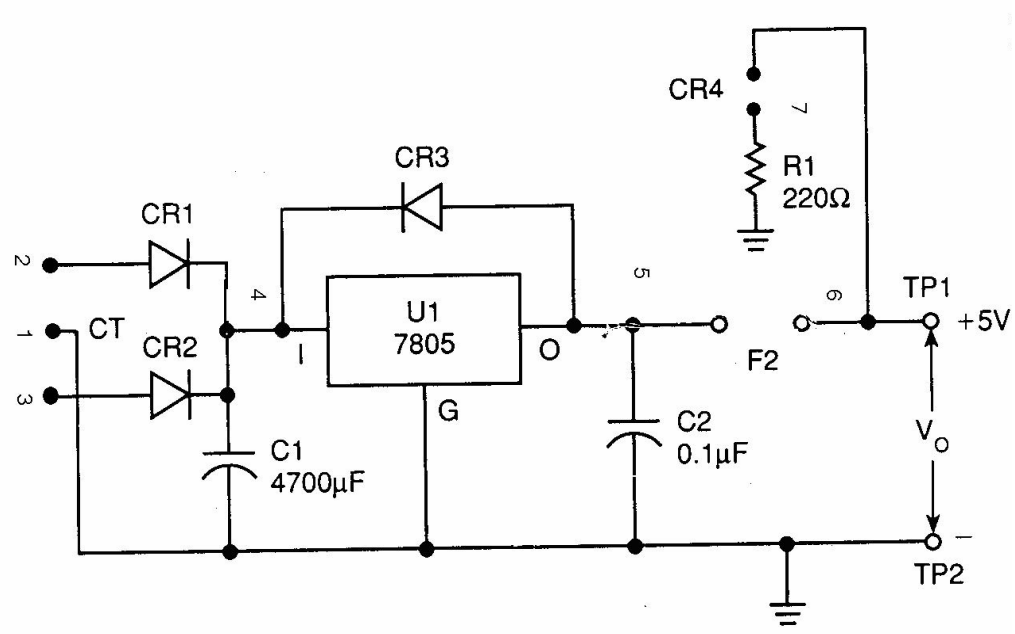
العناصر المجمعة على لوح الدائرة المطبوعة :
قم بتدوين العناصر المثبتة على لوح الدائرة المطبوعة بالكشف التالي :

جدول رقم (٤)

م	نوع العنصر	رمز العنصر على الدائرة	ملاحظات
١	ثنائي توحيد	CR1	لاحظ اتجاهية التوصيل
٢	ثنائي توحيد	CR2	لاحظ اتجاهية التوصيل
٣	ثنائي توحيد	CR3	لاحظ اتجاهية التوصيل
٤	مقاومة كربونية	R1	-
٥	مكثف كيميائي	C1	لاحظ القطبية في التوصيل
٦	مكثف سيراميك	C2	-
٧	منظم (دائرة متكاملة)	U1(7805)	القراءة للأطراف تأتي من الأمام

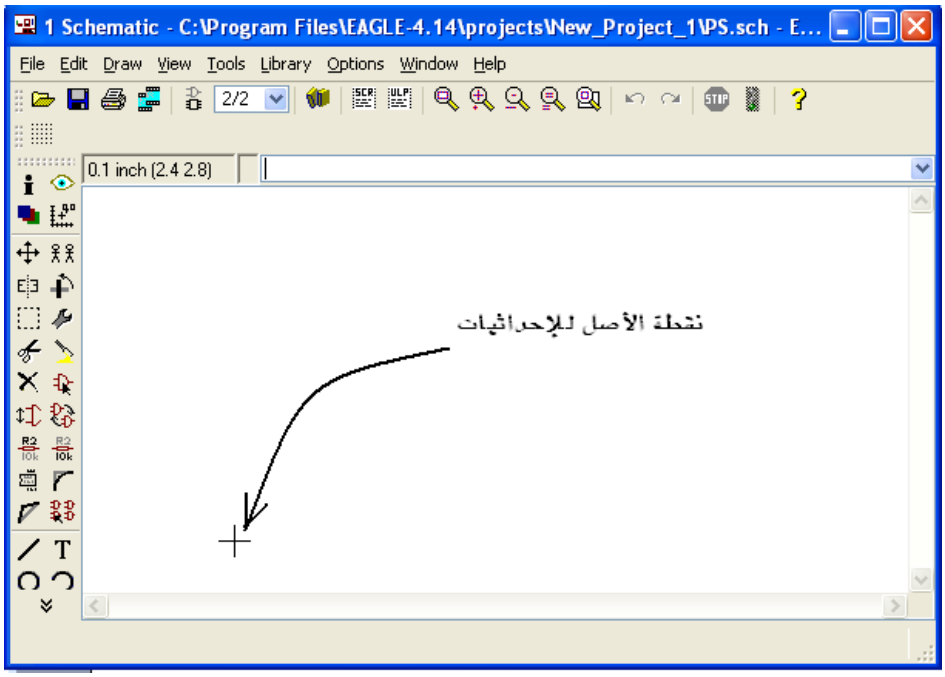
٥-٦-٣ الدائرة التخطيطية المطلوب رسمها في محرر الشكل التخطيطي:

بعد الوصول الى الصورة النهائية للدائرة التخطيطية و هي الموضحة في الشكل (١١) نشرع في رسم الشكل التخطيطي على محرر الرسم التخطيطي لبرنامج EAGLE و نتبع الخطوات التالية:

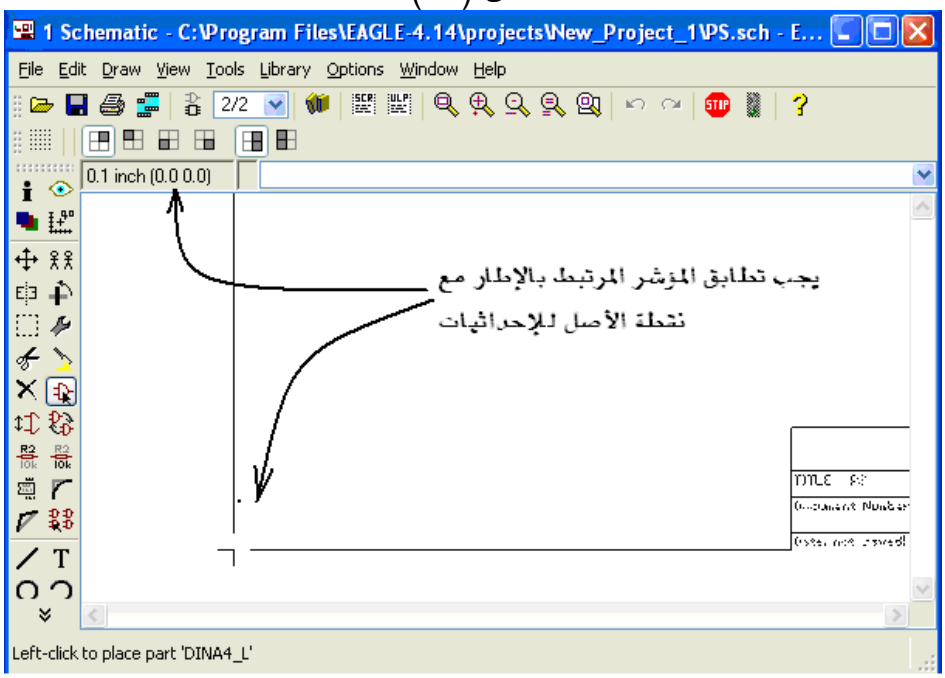


شكل (١١)

- قم بإنشاء ملف جديد –من واجهة التحكم-القائمة File –الوظيفة New – الوظيفة Schematic.
- أحفظ الملف باسم PS . من الوظيفة Save as في القائمة File .
- من خلال صندوق حوار الأمر ADD –قم بإدراج أحد أنواع إطارات (برواز) الرسم الذي يفي بالغرض المطلوب. يجب ضبط الركن الأيسر السفلي للإطار مع نقطة الصفر للإحداثيات الموضحة بمساحة الرسم على هيئة خطين متقاطعين انظر الشكلين (١٢،١٣). قم بملىء جدول الإطار بالمعلومات اللازمة .

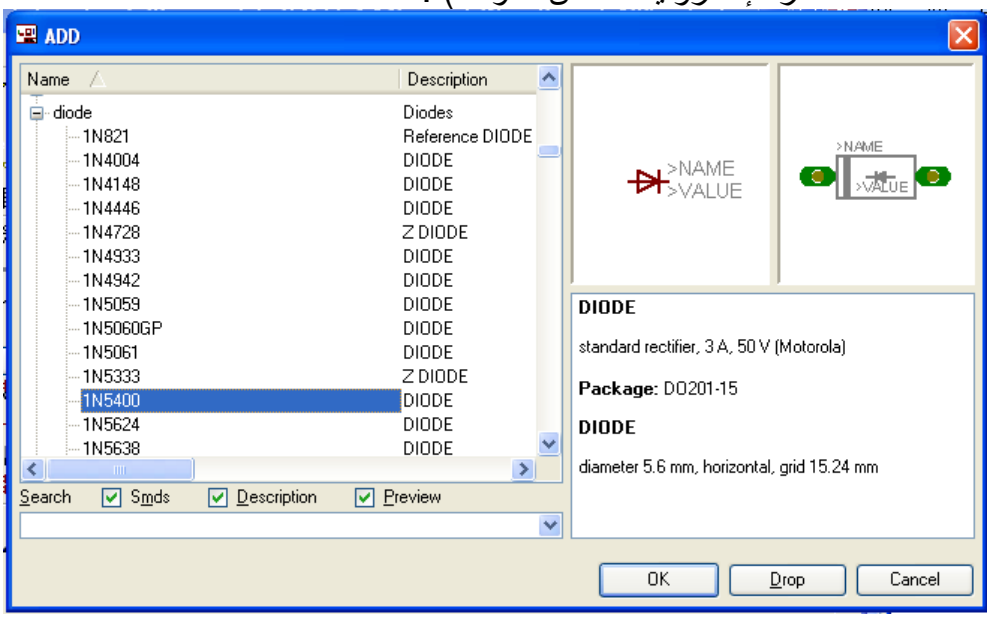

1 Schematic - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\New_Project_1\PS.sch - E...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
2/2
0.1 inch (2.4 2.8)
نقطة الأصل للإحداثيات

شكل (١٢)


1 Schematic - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\New_Project_1\PS.sch - E...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
2/2
0.1 inch (0.0 0.0)
يجب تطابق المؤشر المرتبط بالإطار مع
نقطة الأصل للإحداثيات
Left-click to place part 'DINA4_L'

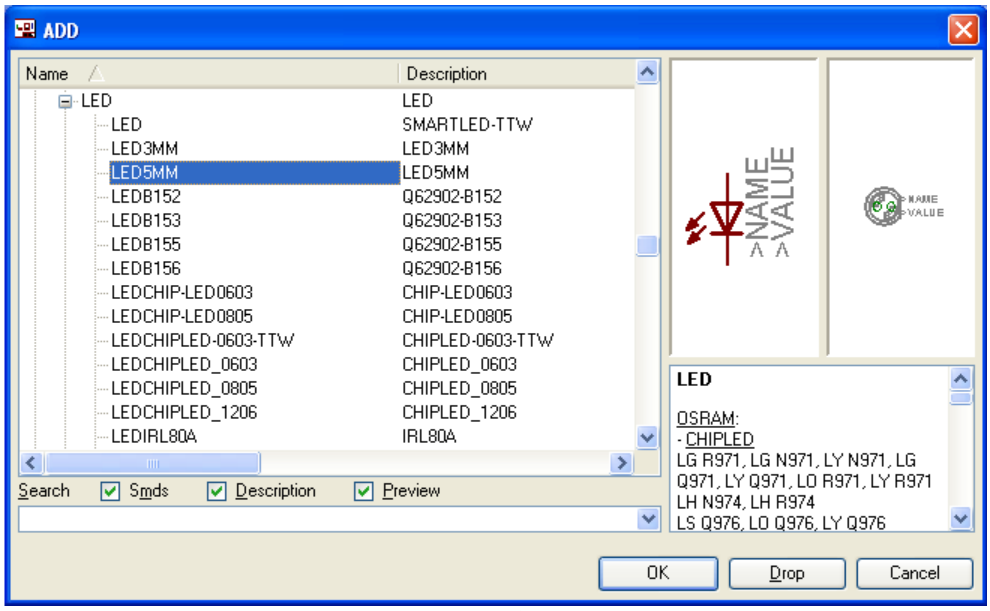
شكل (١٣)

- من خلال صندوق حوار الأمر ADD – شكل (١٤)، قم بإدراج العناصر المستخدمة في الدائرة بالنقر على العنصر ثم النقر على الزر Ok ثم النقر في أحد أركان مساحة الرسم بغرض تكويم كافة عناصر الدائرة لحين البدء في توزيع العناصر خلال الدائرة التخطيطية . لاحظ الخطوات المصورة التالية لنقل العناصر من المكتبات إلى مساحة الرسم . يوجد ضمن العناصر أربعة ثنائيات Diodes إحداهما مشع للضوء LED و يأخذ التسمية الاسنادية CR4 أما الباقي فهي عبارة عن موحدات Rectifiers تأخذ التسميات الاسنادية CR1,CR2,CR3 و هى من عائلة الموحدات ذات الرقم التجاري 1N4500 حيث يمكنك معرفة بعض المعلومات من هذا التعريف التجاري (راجع كتاب "العناصر الإلكترونية " لنفس المؤلف) .



شكل (١٤)

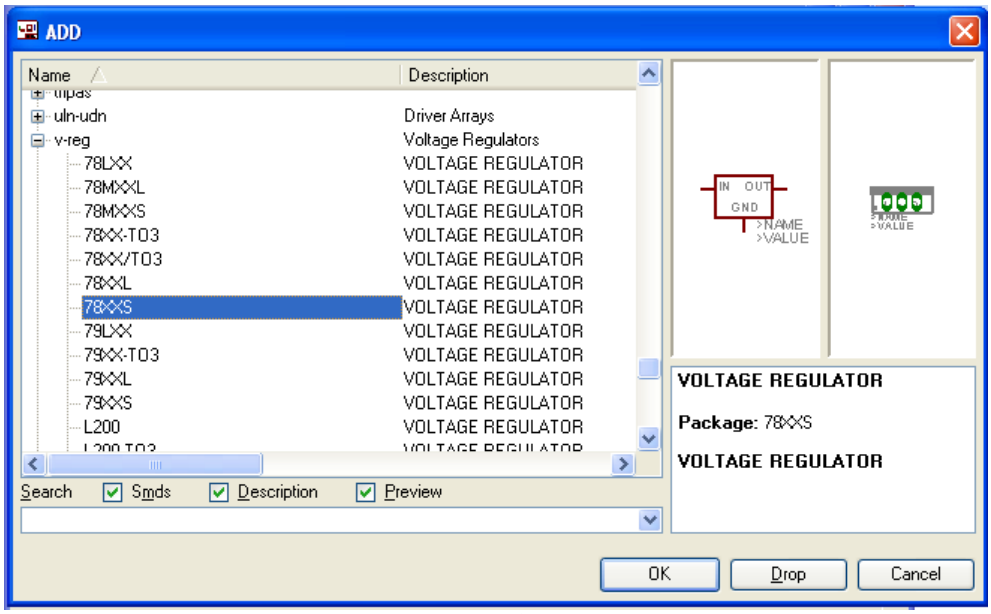
و لإدراج عنصر الثنائي المشع للضوء يتم فتح تفريع مكتبة LED –شكل (١٥) حيث يسدل أنواع كثيرة تختلف في القطر و الشكل و التكنولوجيا ، يتم اختيار النوع ذو القطر ٥



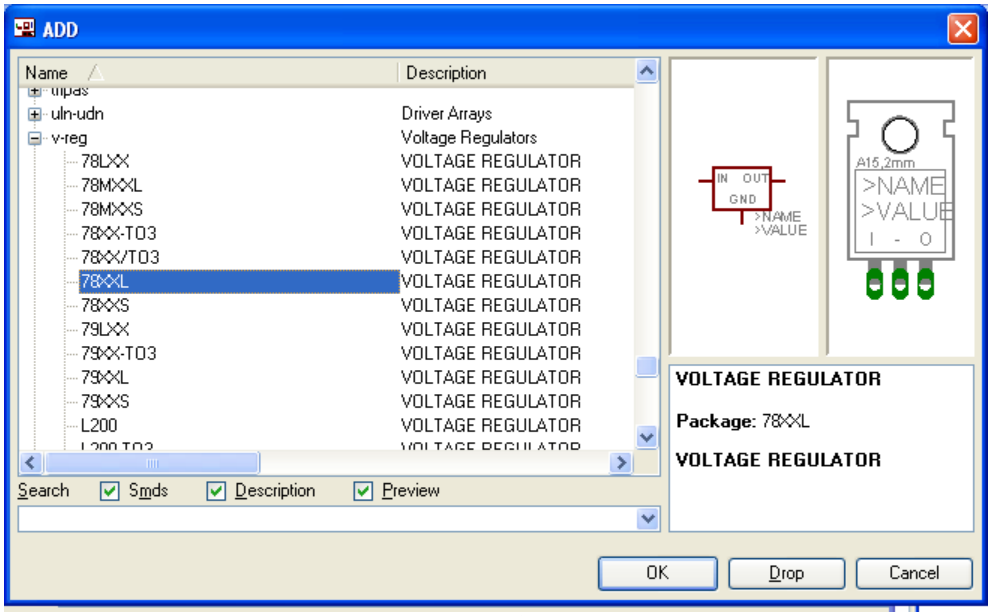
شكل (١٥)

و من العناصر أيضاً منظم الجهد Voltage Regulator و له الرقم التجاري 7805 حيث الرقمين الأخيرين يعبران عن قيمة جهد التنظيم. لاحظ أن هذه العائلة من المنظمات توجد في المكتبة تحت اسم 78xx –شكل (١٦) وهو اسم عام يعاد تسميته بالمسمى 7805 للجهد المطلوب . يضاف للاسم العام الحرفين L أو S و هذا يعني أن تغليف العنصر موجود في صورتين أو مسقطين من أوضاع العنصر إحداهما صغير و يرمز له بالحرف S –شكل (١٦) و هو المسقط الأفقي له و هذا الوضع يحتاج إلى مساحة صغيرة. بينما المسقط الآخر – شكل (١٧) عبارة عن المسقط الرأسي و يحتاج هذا الوضع لمساحة تثبيت أكبر. و أهم معلومة في المسقطين هو توضيح و تحديد شكل و مواضع وسائد اللحام لأطرف العنصر و هو ما يسمى ببصمة أو أثر القدم .

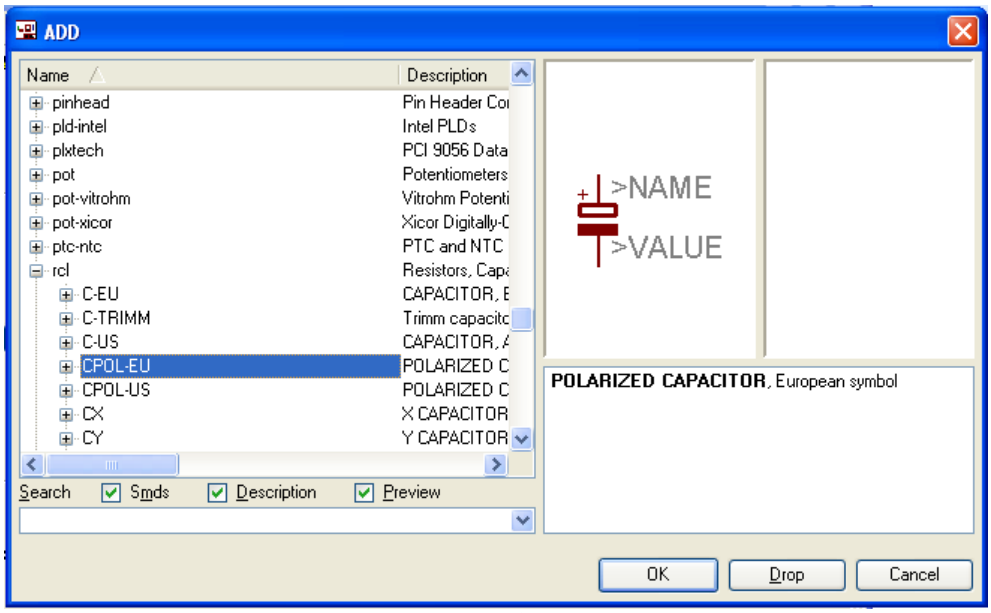
و يتوافر بالمكتبة rcl أيضاً عنصر المكثف بأنواعه –شكل (١٨)، و المطلوب هنا مكثف كيميائي electrolytic cap و مكثف سيراميك . و عند اختيار المكثف الكيميائي يجب مراعاة قيمة السعة حتى يمكننا التحديد التقريبي لأبعاد المكثف و من ناحية أخرى قيمة اصغر مسافة بينية للشبكة البيانية . وتحديد شكل الأطراف للمكثف.


ADD
Name
Description
uln-udn
Driver Arrays
v-reg
Voltage Regulators
78LXX
78MXXL
78MXXS
78XX-TO3
78XX/TO3
78XXL
78XXS
79LXX
79XX-TO3
79XXL
79XXS
L200
VOLTAGE REGULATOR
IN OUT
GND
>NAME
>VALUE
VOLTAGE REGULATOR
Package: 78XXS
VOLTAGE REGULATOR
Search
Smds
Description
Preview
OK
Drop
Cancel

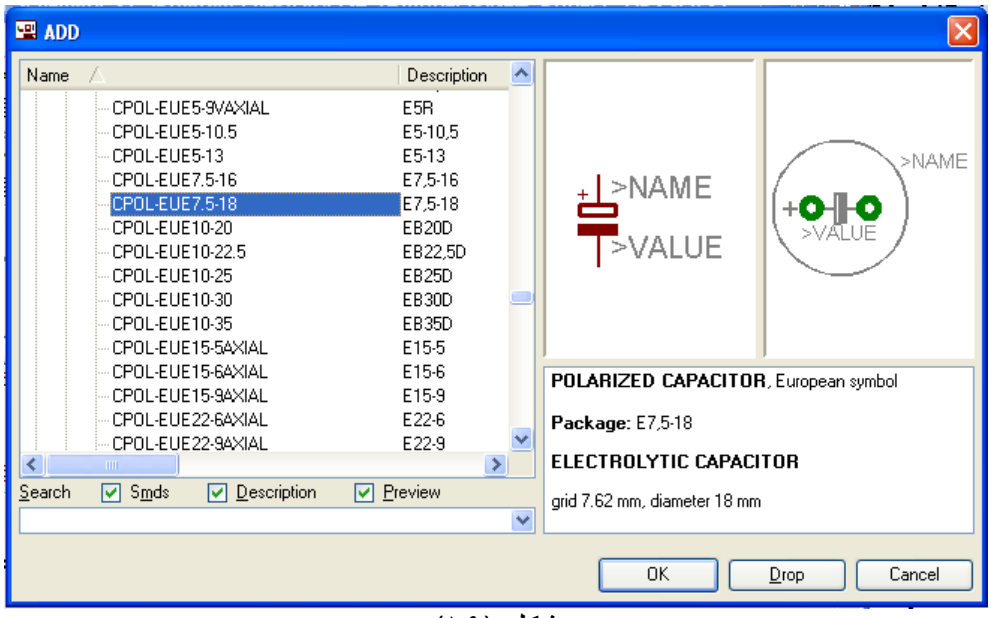
شكل (١٦)


ADD
Name
Description
uln-udn
Driver Arrays
v-reg
Voltage Regulators
78LXX
78MXXL
78MXXS
78XX-TO3
78XX/TO3
78XXL
78XXS
79LXX
79XX-TO3
79XXL
79XXS
L200
VOLTAGE REGULATOR
IN OUT
GND
>NAME
>VALUE
A15,2mm
>NAME
>VALUE
I - O
VOLTAGE REGULATOR
Package: 78XXL
VOLTAGE REGULATOR
Search
Smds
Description
Preview
OK
Drop
Cancel

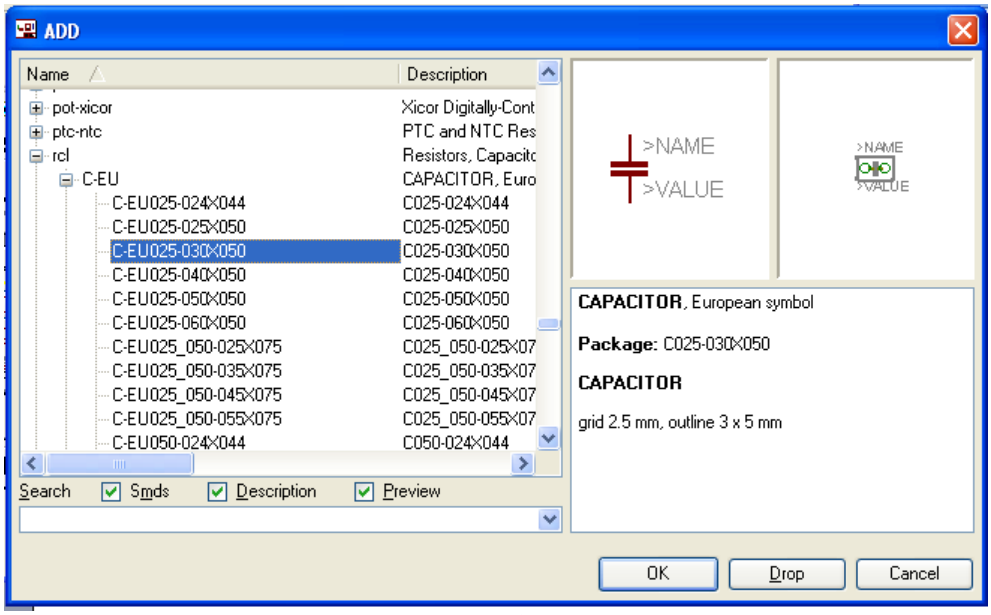
شكل (١٧)


ADD
Name
Description
pinhead
Pin Header Co
pld-intel
Intel PLDs
plxtech
PCI 9056 Data
pot
Potentiometers
pot-vitrohm
Vitrohm Potenti
pot-xicor
Xicor Digitally-C
ptc-ntc
PTC and NTC
rcl
Resistors, Capa
C-EU
CAPACITOR, E
C-TRIMM
Trimm capacitc
C-US
CAPACITOR, A
CPOL-EU
POLARIZED C
CPOL-US
POLARIZED C
CX
X CAPACITOR
CY
Y CAPACITOR
Search
Smds
Description
Preview
>NAME
>VALUE
POLARIZED CAPACITOR, European symbol
OK
Drop
Cancel

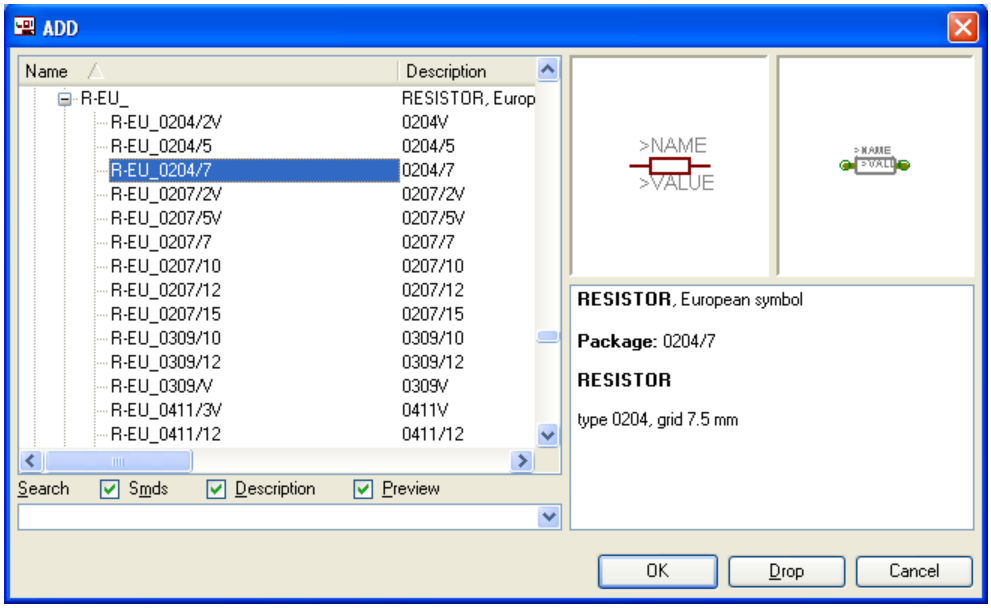
شكل (١٨)


ADD
Name
Description
CPOL-EUE5-9VAXIAL
E5R
CPOL-EUE5-10.5
E5-10,5
CPOL-EUE5-13
E5-13
CPOL-EUE7.5-16
E7,5-16
CPOL-EUE7.5-18
E7,5-18
CPOL-EUE10-20
EB20D
CPOL-EUE10-22.5
EB22,5D
CPOL-EUE10-25
EB25D
CPOL-EUE10-30
EB30D
CPOL-EUE10-35
EB35D
CPOL-EUE15-5AXIAL
E15-5
CPOL-EUE15-6AXIAL
E15-6
CPOL-EUE15-9AXIAL
E15-9
CPOL-EUE22-6AXIAL
E22-6
CPOL-EUE22-9AXIAL
E22-9
Search
Smds
Description
Preview
>NAME
>VALUE
>NAME
>VALUE
POLARIZED CAPACITOR, European symbol
Package: E7,5-18
ELECTROLYTIC CAPACITOR
grid 7.62 mm, diameter 18 mm
OK
Drop
Cancel

شكل (١٩)


ADD
Name
Description
pot-xicor
Xicor Digitally-Cont
ptc-ntc
PTC and NTC Res
rcl
Resistors, Capacitc
C-EU
CAPACITOR, Euro
C-EU025-024X044
C025-024X044
C-EU025-025X050
C025-025X050
C-EU025-030X050
C025-030X050
C-EU025-040X050
C025-040X050
C-EU025-050X050
C025-050X050
C-EU025-060X050
C025-060X050
C-EU025_050-025X075
C025_050-025X07
C-EU025_050-035X075
C025_050-035X07
C-EU025_050-045X075
C025_050-045X07
C-EU025_050-055X075
C025_050-055X07
C-EU050-024X044
C050-024X044
>NAME
>VALUE
Search
Smds
Description
Preview
CAPACITOR, European symbol
Package: C025-030X050
CAPACITOR
grid 2.5 mm, outline 3 x 5 mm
OK
Drop
Cancel

شكل (٢٠)


ADD
Name
Description
R-EU_
RESISTOR, Europ
R-EU_0204/2V
0204V
R-EU_0204/5
0204/5
R-EU_0204/7
0204/7
R-EU_0207/2V
0207/2V
R-EU_0207/5V
0207/5V
R-EU_0207/7
0207/7
R-EU_0207/10
0207/10
R-EU_0207/12
0207/12
R-EU_0207/15
0207/15
R-EU_0309/10
0309/10
R-EU_0309/12
0309/12
R-EU_0309/V
0309V
R-EU_0411/3V
0411V
R-EU_0411/12
0411/12
>NAME
>VALUE
Search
Smds
Description
Preview
RESISTOR, European symbol
Package: 0204/7
RESISTOR
type 0204, grid 7.5 mm
OK
Drop
Cancel

شكل (٢١)

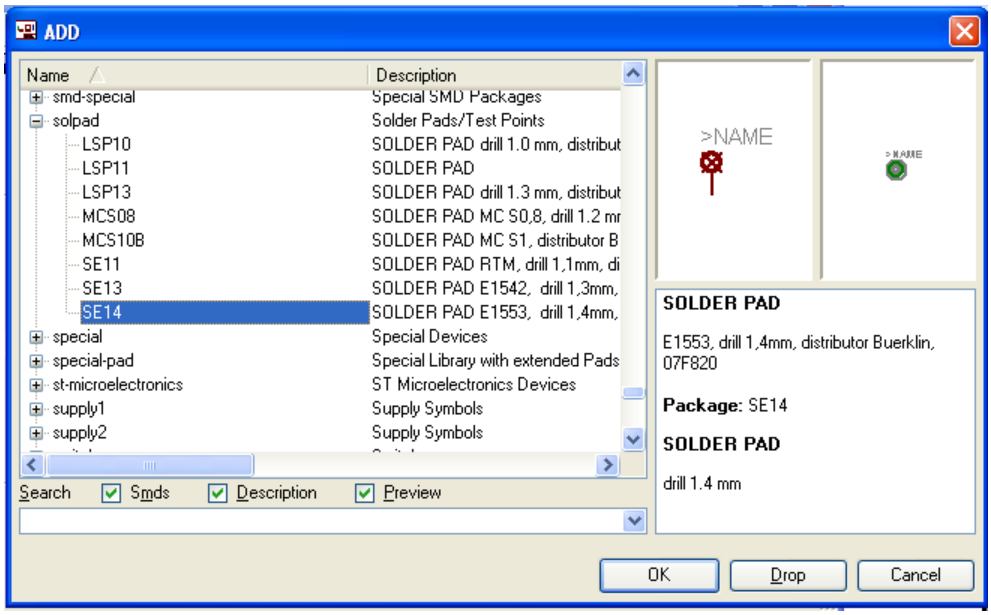
بالنسبة لتوصيل العناصر ذات الحجم و الوزن الكبيرين و كذا العناصر ذات التثبيت الميكانيكي المستقل، من المعروف أنها من عناصر الدائرة المطلوب تنفيذها ، ولذا يتم تثبيتها ميكانيكياً أولاً ثم يمد إليها الأسلاك لربطها باللوح الدائرة المطبوعة الذي يحتوي على بقية عناصر الدائرة . هذه الطريقة تسمى التوصيل بالضفائر Cable Harnesses (Wiring) حيث تقوم بالربط بين وحدات الجهاز . و لذا فإن وحدات جهاز التغذية بالقدرة المزمع تنفيذه يتكون من الوحدات التالية:

١-وحدة لوح الدائرة المطبوعة (الجاري رسم الدائرة التخطيطية لها)
٢-وحدة المحول الكهربي T1 – عدد فرعات الربط معها ٣ أطراف
٣-وحدة الثنائي المشع (لمبة البيان للجهاز) LED (CR4) – عدد أطراف الربط ٢
٤-أطراف الخرج TP1,TP2 -عدد أطراف الربط ٢
٥-وحدة المصهر F2 -عدد أطراف الربط معها ٢

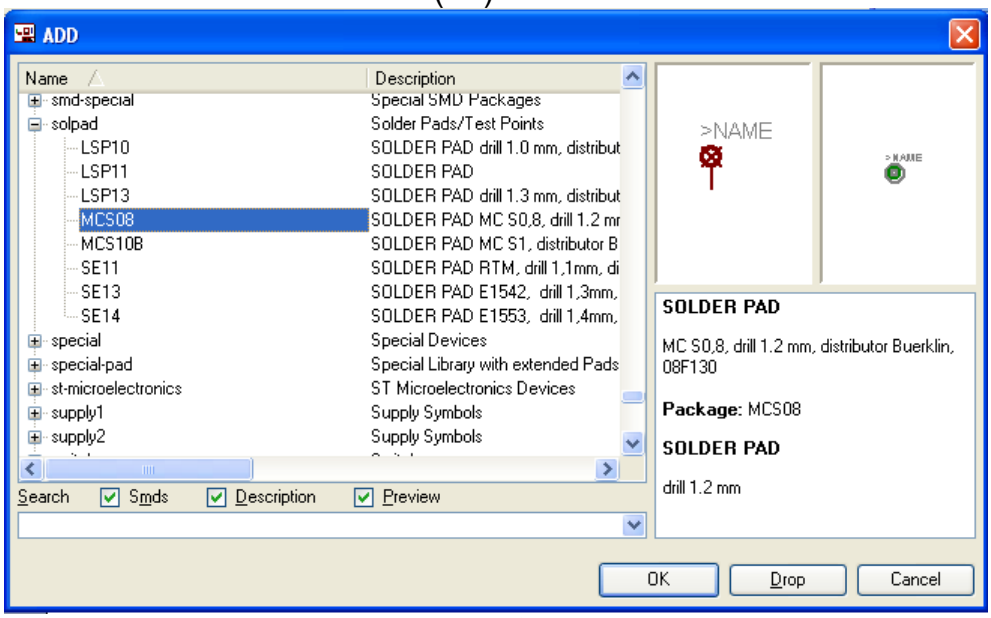
و على ذلك لابد من تعريف أطراف الربط على لوح الدائرة المطبوعة و بالتالي في الدائرة التخطيطية المزمع تنفيذها في هذا الباب. و هناك ثلاث طرق لتعريف نقاط الربط بالدائرة التخطيطية و بالتالي الدائرة المطبوعة هما :

١-استخدام وسائد اللحام Solder pads أو
٢-استخدام مقابس التوصيل Connectors أو
٣-استخدام الاثنين معاً

وسوف نستخدم هنا (و هذا يرجع لرأى و فكر المصمم) وسائد اللحام Solder pads حيث تتوافر مكتبة فرعية باسم solpad –شكل (٢٢)، حيث يتم اختيار نوعين من الوسائد إحداهما بقطر ثقب 1.4mm و الآخر بقطر ثقب 1.2mm .



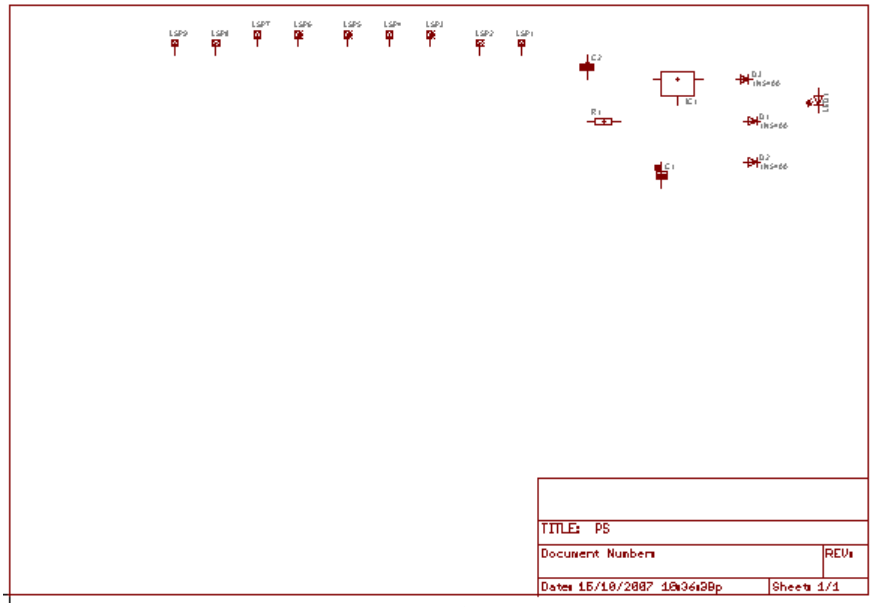
شكل (٢٢)



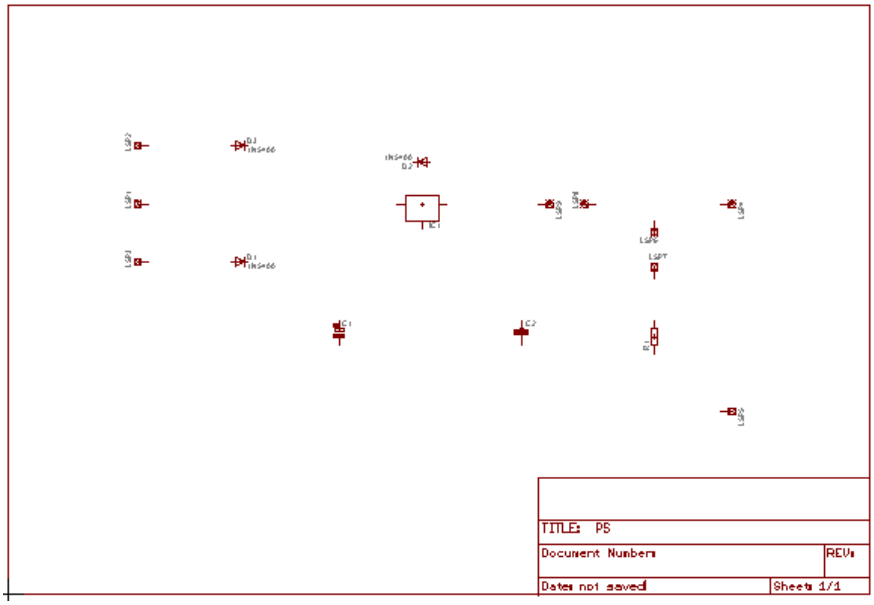
شكل (٢٣)

بعد إنزال أو نقل العناصر المطلوبة من مكتبة البرنامج –شكل (٢٤) نبدأ في ترتيبها باستخدام الأمر MOVE و إدارتها لتناسب موضعها بالأمر ROTATE أو بتكرار النقر

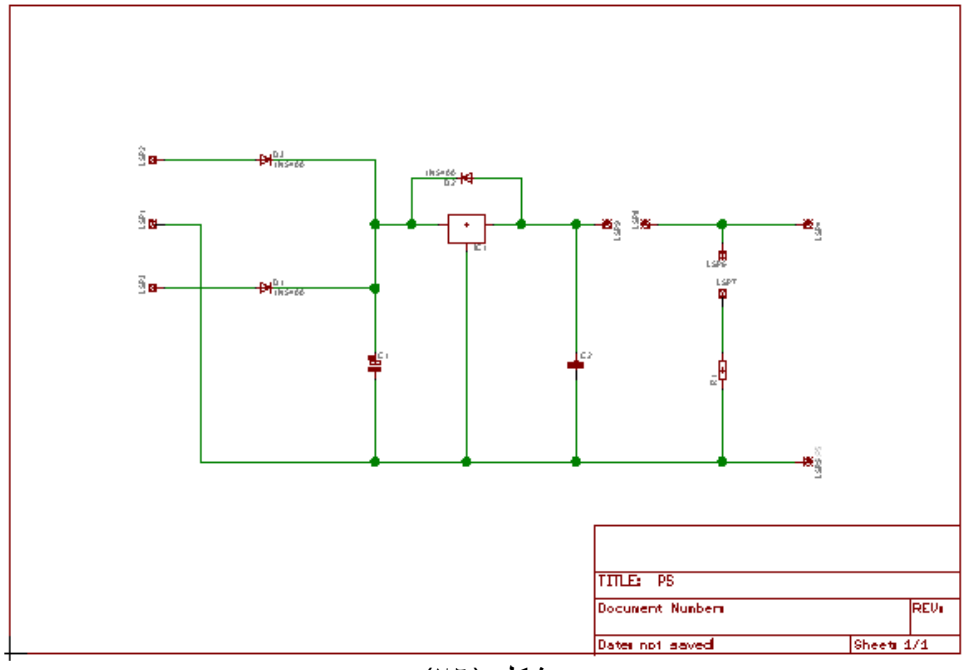
في حالة الأمر MOVE –شكل (٢٥) . ثم نقوم بالتوصيل بينها حسب الدائرة المقترحة باستخدام الأمر NET أو BUS –شكل (٢٦).



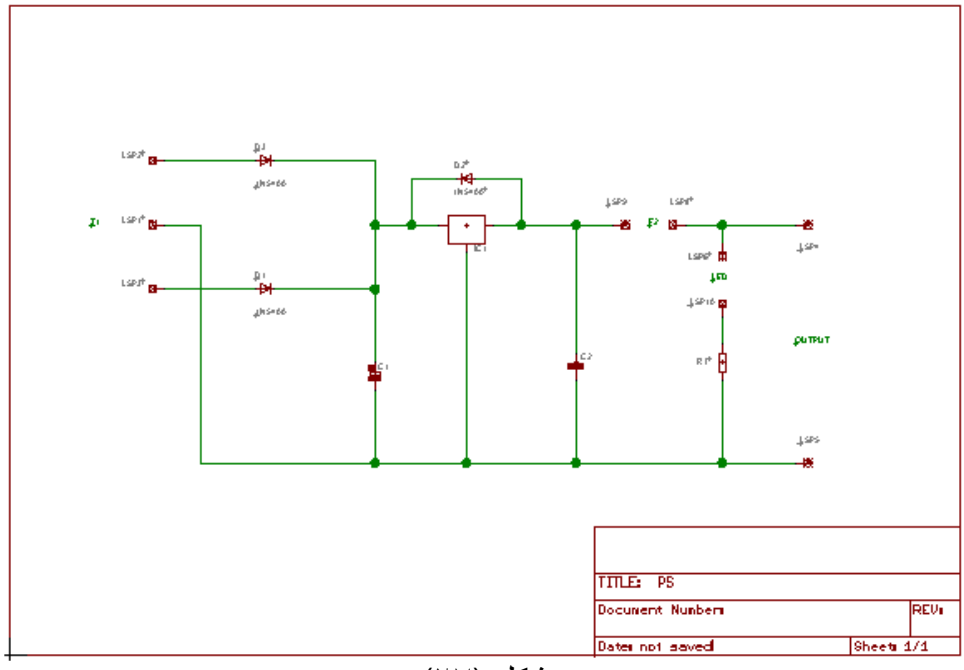
شكل (٢٤)



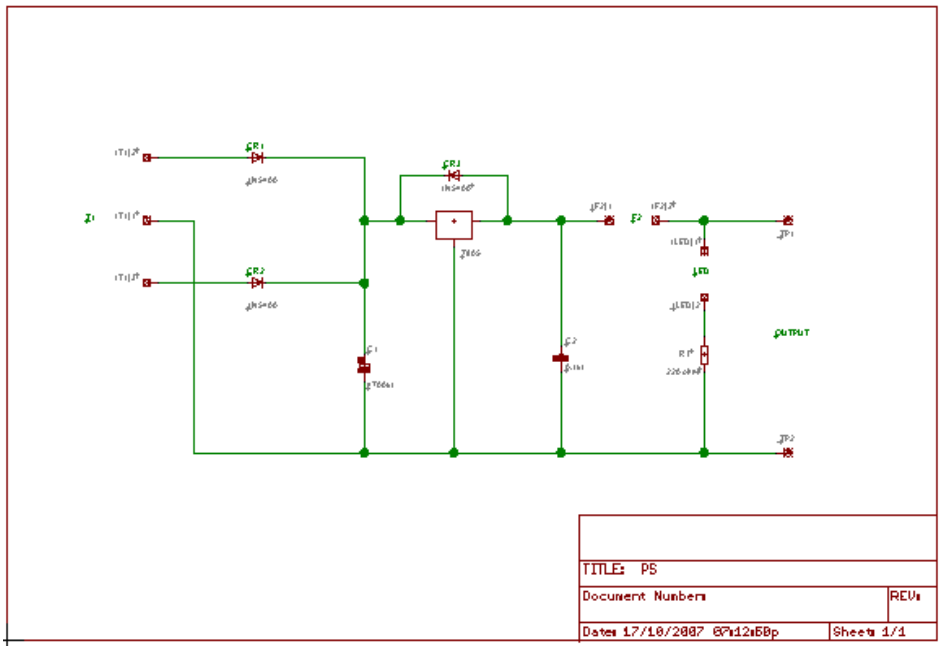
شكل (٢٥)


TITLE: PS
Document Number:
REV:
Date: not saved
Sheet: 1/1

شكل (٢٦)


TITLE: PS
Document Number:
REV:
Date: not saved
Sheet: 1/1

شكل (٢٧)



شكل (٢٨)

2 Text Editor - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\New_Project_1\P...

File Edit Window Help

Partlist

Exported from PS.sch at 17/10/2007 07:09:02p

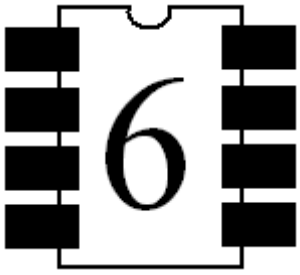
EAGLE Version 4.14 Copyright (c) 1988-2005 CadSoft

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
(F2)1	MCS08	MCS08	MCS08	solpad	1
(F2)2	MCS08	MCS08	MCS08	solpad	1
(LED)1	MCS08	MCS08	MCS08	solpad	1
(LED)2	MCS08	MCS08	MCS08	solpad	1
(T1)1	SE14	SE14	SE14	solpad	1
(T1)2	SE14	SE14	SE14	solpad	1
(T1)3	SE14	SE14	SE14	solpad	1
C1	4700uf	CPOL-EUE7.5-18	E7,5-18	rcl	1
C2	0.1uf	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
CR1	1N5400	1N5400	DO201-15	diode	1
CR2	1N5400	1N5400	DO201-15	diode	1
CR3	1N5400	1N5400	DO201-15	diode	1
R1	220 ohm	R-EU_0204/7	0204/7	rcl	1
TP1	SE14	SE14	SE14	solpad	1
TP2	SE14	SE14	SE14	solpad	1
U1	7805	78XXS	78XXS	v-reg	1

شكل (٢٩)

عند استعمال ERC من القائمة المنسدلة
TOOL نحصل على النتيجة الموضحة
TITLE: PS
Document Numbers
ERC: Errors: 0, warnings: 0
start

شكل (٣٠)



نافذة مكتبة العناصر و نوافذ أخرى

٦-١ نافذة مكتبة العناصر

٦-١-١ تنظيم مكتبات العناصر Libraries :

أي مكتبة لَها ثلاثة تعريفات أساسية مختلفةٍ عادة لتعريف العناصر بها و هى: الأغلفة packages والرموز symbols والنبائط devices .

• التغليف package:

هو عبارة عن شكل التعليب للعنصر و هو المنظر أو الشكل الخارجي الذي يعرف به العنصر الالكتروني في الحياة العملية و هو الشكل الذي يظهر على جانب العناصر للوح الدائرة المطبوعة أو شكل الأطراف للعنصر. و يمكن رسم الأغلفة بمساعدة الكائنات الرسومية المختلفة مثل الأسلاك و النصوص و الأقواس و الدوائر الهندسية ..الخ. و يمثل النصان NAME< و VALUE< الاسم و القيمة الحقيقيين للعنصر و اللذان سيتم إظهارهما على الدائرة المطبوعة.

• الرمز symbol:

هو الشكل البياني للعنصر و الذي يظهر في الرسم التخطيطي schematic ويَعبر عن الوظيفة التي يقوم بها (أمثلة : رمز البوابة المنطقية NAND من النبيطة 7400 أو رمز المقاومة R من نبيطة المقاومة). و يتم تعريف كل من الرمز و النبيطة بخطوات

منفصلة، و لكنهما مرتبطان فعلياً ببعضهما ارتباطاً و ثيقاً . و لن تؤدي نبيطة بدون رمز أية وظيفة.
يتم رسم الرموز بمساعدة الكائنات الرسومية العادية (الأقواس و الأسلاك و نقاط الوصل.....الخ). حيث تفيد نقاط الوصل في تحديد الأماكن التي يجب وصل الأسلاك إليها.

تساعد العبارات المخصصة لكل من : NAME> و VALUE> الاسم و القيمة في تحديد أماكن ظهور اسم العنصر – مثلاً R10 – و قيمتها – مثلا 1.5K –في الدائرة التخطيطية.

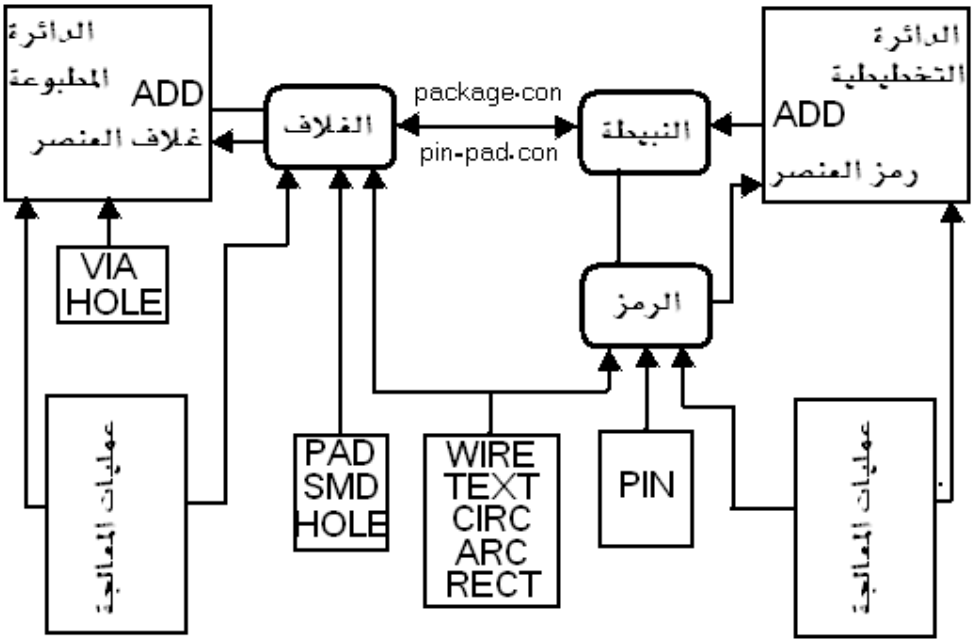
- **النبيطة device** :

تمثّلُ التكوين الذي يضم واحد أَو أكثر من الرموز و التغليف. وهنا يتم تعرّيفُ الاتصال بين الطرف الدبوسي للرمز والوسادة المنسوبة للتغليف . ونَطلق عليها مجموعة نبائط Device Set إذا وجد العنصر في أكثر مِنْ تغليف واحد و/ أو تكنولوجيات مختلفة.

و تمثل النبيطة التعريف الكامل الموجود في دليل المواصفات الفنية للعناصر Data Sheet . و هى التي يتم اختيارها من المكتبة في محرر الدائرة المطبوعة بينما يتم فعلياً إدراج الرمز المرتبط بها في الدائرة التخطيطية.

قد تكون النبيطة متعددة الرموز، و عندها تتم معاملة كل رمز بشكل مستقل عن الآخر بحيث يمكن حذفه أو تدويره أو نقله ...الخ.

و يظهر المخطط التالي بالشكل (٣) التنظيم العام لمكتبات برنامج EAGLE . تحتوي المكتبة عادة على عدد من العناصر بحيث يتم تعريف كل عنصر على اعتباره يتألف من الثلاث تعريفات السابقة لكل عنصر.



شكل (٣)

٦-١-٢ استعمال المكتبة Using Libraries

يَجيءُ البرنامج بالكثير مِنْ الملفات الخاصة بالمكتبةِ التي تَحتوي على العناصر التي تثبت من خلال الثقوب through-hole و العناصر التي تثبت سطحياً surface. و يعطي الشكل ألتفريعي بواجهة التحكم معلومات تفصيلية عن محتويات هذه المكتبات. في هذا الجزء سَنَتعلّمُ كَيفَ تُدخلُ رموزَ تخطيطيةَ إلى الرسم وكَيفَ تستعملُها. قم بفتح ملف جديد لرسم الدائرة التخطيطية للبَدْء مَع مساحة رسم خالية و ذلك بالنقر على القائمة المنسدلة File/New/Schematic .

الأمر إضافة Add :

لاختيار الرموزِ مِنْ مكتبة البرنامج، قم بالنقر على الأمر Add في شريط الأوامر الموجود على الجانب الأيسر للشاشة، فَتظْهرُ النافذة الخاصة بهذا الأمر. يَجِبُ أَنْ تَظْهرَ على الجانبِ اليسارَ لهذه النافذة قائمة بالمكتبات المتوفرةِ . كُلّ مدخل مكتبةِ يُمْكِنُ أَنْ يُفْتَحَ بالنَقْر على العلامة + . حيث تظهر محتوياتها. اختر أحد عناصر المكتبة سَتَرى العرض الأولي لهذا العنصر على الجانب الأيمن.

ويمكنك أيضا البحث عن العناصر من خلال حقل البحث. و ربما تستخدم اسمَ العنصر أو الجزء المطلوب أَو أيّ كلمة وصفٍ للعنصر. الرموز العامّة مثل * و؟ مَسْمُوح بها للاستفسار عن أي شيء في المكتبة.

إذا لم يكن هناك مداخل مرئية بعد استعمال الأمر ADD للمرة الأولى، فإن ذلك يدل على عدم توافر مكتبات أي لا يوجد مكتبات محملة بالبرنامج. في هذه الحالةِ، رجاءً اقرأ عن التعامل مع الأمر USE.

فمثلاً إذا كنا نُريدُ وَضْع، على سبيل المثال، الدائرة المتكاملة ذات الرقم LS00 74. قم بإدخال التالي في نافذة البحث:

74*00* or 74LS00*

رمز النجمة * هذا يعبر عن التكنولوجيا و/ أَو متغيرات التغليف. و يوضح البحث أن العنصر في صور تكنولوجية مختلفة و تغليف مختلف. قم باختيار العنصر المرغوب وانقر على الأمر OK . وعند ذلك تكون قد وضعت العنصر في مساحة رسم الدائرة التخطيطية.
ضِعْ المؤشّر بعض الشّيء على يسار مركزَ العرضَ وانقر. حرّكْ المؤشّر إلى اليمين، وضع البوابة الثانية بالنقرةِ التالية للفأرة. ضع أربع بوابات حول مركزِ منطقةِ الرسم بهذه الطريقة.

الآن ضع خمسة بوابات في مكان ما قريب. رجاءً لاحظْ أنّ برنامج EAGLE قام بتسمية الأربعة بوابات الأول بالمسميات IC1A..IC1D ، بينما البوابة الخامسة كَانتْ قد سميت بالمسمّى IC2A، حيث أن هذه البوابة تحتاج لدائرة متكاملة ثانية. إذا رأيت الآن الطبقةَ ٩٣، و هي الخاصة بالأطراف الدبوسية، سواء تم وصفها قبل ذلك أو بواسطة كتابة.

DISPLAY PINS ←

في نافذة كتابة الأوامر، يتم بيان معاملات الدبّوسِ الأخرى باللون الأخضرِ.قم بتكبير الرسم Zoom in ، لكي تتضح رسمة البوابة بمقياس رسم كبير. و بالتالي سَتَرى أنّ الدبابيسَ قد تم علامها كمدخل (In) (Input)أَو كمخرج (Out) (Output) ، و هناك عدد يعبر عن مستوى التبديل Swaplevel.

مستوى تبادلِ أكبر مِنْ O يُشيرُ إلى أَنَّ هذا الدبّوسِ يُمْكِنُ أَنْ يُبدّلَ بدبّوس آخر لنفس العنصر و الذي له نفس تخصيص التبادلِ المستوي (انظر الأمر Pinswap). الطرف الدبّوسي مَع مستوى تبادلِ رقم ١، على سبيل المثال، يُمكنُ أَنْ يَكُونَ مبدّلَ بأيّ دبّوس

آخر لَـهُ مستوى تبـادل من ١. مستوّي التبـادلُ O يعنـي أَنَّ هذا الـدبّوسِ لا يُمْكن أنْ يُبدّلَ.

الطبقة ٩٣، الخاصة بالأطراف الدبوسية، عادة لا تطبع (الأمر PRINT طباعةِ).

طالما أن الأمر Add ما زالَ نشيطاً، فإن رمز البوابة سَيَكُونُ ملحقاً بالمؤشّر.

الآن استعمل أيقونة التكبير Zoom-in أَو مفتـاح F4 لرؤيـة الجزء الأكبر من الشكل التخطيطي على الشاشة. ثمّ اضْغطُ مفتاحَ خروجَ Esc إلى نافذةِ الاختيار للأمرAdd.

أدخل العنصر التاليَ في نافذة البحثَ:

555N or *555*

اختر، على سبيل المثال، العنصر LM555N مِنْ مكتبة العناصر الخطية linear.lbr مَع النقر المزدوج، قم بإدارة العنصر ١٨٠ درجة بنقرتين لزر الفأرة الأيمن، وضِعُه في مكان ما على منطقةِ الرسم بزرِّ الفأرة الأيسر. كرّرْ هذا مع الرموزِ الأخرى. سَتَكتشفُ بأنّ المكتبات تَحتوي رموزُ مرسومة بالطريقِة الأوروبيةِ والأمريكيةِ. اختر ما تُفضّلُه.

بينما الأمر Add نشيط، يُمْكِنُك أَنْ تَعُودَ إلى قائمةِ Add بالضْغطُ على مفتاحُ خروجَ Esc. أضغط على مفتاحَ خروجَ Esc مرة أخرى عندئذ سَيكُونُ الأمر ملغي.

والطريقة الأخرى لوَضْع العناصر في الدائرة التخطيطية هو سْحبها مِنْ الهيكل التفريعي في واجهة التحكم إلى نافذةِ المحرّرِ التخطيطيةِ. قم بترتّيبْ النوافذ بالطريقة التي ترغب بها أَنْ تَرى كلتا النافذتين على الشاشة. اختر، على سبيل المثال، العنصر LM555N مِنْ مكتبة العناصر الخطية linear.lbr في تفريعة المكتبات. استعمل أمر السحب & الإسقاط لتَحريك العنصر إلى المحرّرِ التخطيطي. إذا قمت باختيار عنصر مدعوم بأكثر مِنْ تغليف واحد أَو تكنولوجيات مختلفة، حيثُ سَتَطْلبُ اختيار المغايرِ في القائمة قبل إسْقاطه.

بفرض أن برنامج EAGLE، بالمفهوم القياسي، يقوم بربط كُلّ العناصر النشيطة بنفس منبع القدرة و الأرض. و لذا فإنّ الأطراف الدبوسَية المقرر توصيلها بالقدرة الكهربائيةَ لا تظهر على الرسم ، حيث يتم توصيلها آلياً بمنبع القدرة و الأرض عند توليد لوح الدائرة المطبوعة (ما لم يقوم المستعمل بتوصيلُهم إلى إشاراتِ أخرى). أستعمل أمر Invoke في حالة ما إذا كنت تُريدُ وَضْعه في مساحة رسم الدائرة التخطيطية.

أغلب عناصر مكتبةِ البرنامج، والتي لَها طرف دبوسي واحد لجهد التغذية VCC فقط وواحد أرضي GND، تم تعريفهما كأطراف دبوسيه كهربائية، بالقياسية default، وهي لَيستْ مرئيةَ. في بعضِ الحالات نجَعْل الأطراف الدبوسية الكهربائيةِ المنوط بها التغذية في الدوائر المتكاملة مرئية، كما في N555 المخزنة في المكتبةِ الخطيّةِ. في مثل هذه الحالةِ يتم الرْبطُ بين الأطراف الدبوسية للقدرة الكهربائية والوصلات الشبكية الملائمة.

تقدم وظيفة طلب المساعدة في EAGLE معلوماتِ عن خياراتِ أخرى للأوامر ADD و UPDATE حيث تتعلّقُ بتجديدِ عناصر المكتبةِ في الدوائر التخطيطيةِ schematic والدوائر المطبوعة layout بأجزائِهم الخاصةِ للمكتبات الحالية.

الأمر استعمال USE :

يُسبّبُ الإعداد القياسي default setting أن يقوم الأمر Add بالبَحْث في كُلّ المكتبات المتوفرة في أدلةِ المكتبات المُعلومة في واجهة التحكم

$$\Rightarrow Options/Directories/Libraries$$

يُمْكِنُك أَنْ تَستثنى المكتبات مِنْ وظيفة البحثِ بنَقْر العلامةِ الخضراءِ في التفريعات الموجودة في واجهة التحكم، و فروع المكتبات. يَعْني اللون الأخضرُ أنها قيد الاستعمال و اللون الرمادي بأنها لَيسَت مستعملَة. هذه بالضبط الوظيفةُ للأمر USE و يُمْكِنُك أيضاً أن تكتب في نافذة كتابة الأوامر.

على سبيل المثال، الأمر * USE يجعل كل المكتبات متوفرة في كُلّ التفريعاتِ. المزيد حول هذا الموضوع تجده في وظيفة طلب المساعدة.

الأمر جلب أو إحضار Invoke

يمكن استخدام الأمر (جلب) Invoke للسَماح لربط العناصر النشيطة بمنابع قدرة غير VCC و GND. لدراسة استعماله قم بالنقر على الأمر INVOKE ونقرة يسارِ على البوابة IC2A. تظهر قائمة popup . قم بالنقر المزدوج على الأمر PWRN فيتم ربط الأطراف الدبوسية للدائرة المتكاملة IC2 بالمؤشّر. يُمْكِنُك وضعهم الآن في أي مكان مَع النقر المفرد وتوصيلهم إلى أيّ نقطة شبكية.
الميزّة الأخرى للأمر Invoke هو السْماحُ لك بتغيير أو تعديل تسلسل التصميمات الاسنادية قبل أن يقوم برنامج EAGLE بأى عملية تخصيص آلي. بفرض أن الأمر Invoke ما زالَ نشيطاً ، انقر الدائرة المتكاملة IC2A ، تظهر قائمة popup . النجمة

تشير إلى البوابة A و توضح أن البوابة تم استخدامها، و البوابات بدون نجمة تكون متوفرة للاستخدام.

إذا أردت وضع البوابة C من الدائرة المتكاملة IC2C قبل البوابة B من نفس الدائرة المتكاملة IC2B، قم بعمل نقر مزدوج على C في قائمة popup . فإن القائمة تقفل وتصبح الدائرة IC2C مرتبطة مع المؤشر حيث يمكننا وضعها بنقرة واحدة في المكان المطلوب. و بمجرد وضع الدائرة IC2C ، سوف يقوم برنامج EAGLE برفع البوابات الباقية في هذا الغلاف قبل تخصيص غلاف إضافي.

إذا أردت وَضْع بوابات على أكثر مِنْ صفحة واحدة، استعملُ الأمر Invoke على الصفحةِ الجديدةِ واكتب في خانة اسمَ العنصرَ في نافذة كتابة الأوامر.

لا تُتردّدْ في التَجْريب بالمكتبات المختلفةِ وبوَضْع و إدارة الرموز التخطيطية في الدائرة.

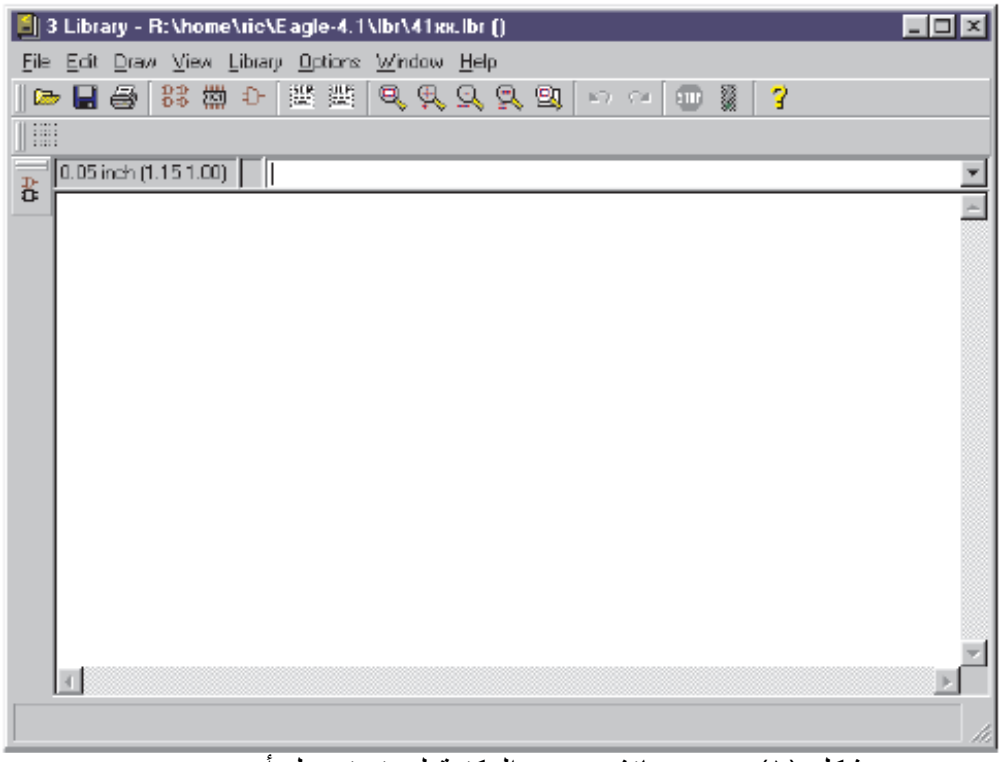
يُمْكِنُك أَنْ تَضعَ العناصر في الرسم مِنْ المكتبات قدر ما تُريدُ. يتم تسجيل العناصر في ملفات الدوائر التخطيطية و الدائرة المطبوعة.

٦-١-٣ نافذة محرر المكتبة
The Library Editor Window

إنّ العناصر التي أضيفُت إلى الرسم التخطيطي schematics وألواح الدوائر المطبوعة boards تم تخزينها في مكتبة العناصر. محرّر المكتبةَ لديه نفس وصلةِ المستعملِ كمحرر الشكل التخطيطية و محرّر التخطيطَ. لذا، تَحتاجُ فقط لمعْرِفة بضعة أوامر إضافية لتَعريف عناصرك الخاصةِ.
تَفْتحُ نافذةُ محرّرِ المكتبةَ عندما تقوم بتحميل مكتبة لإنشاء أَو تَحرير عناصر.

حتى إذا لم يكن قد رسمت الشكل التخطيطي، فإنه مازال يُمْكِنُك إنشاء و تحرير الرموز و العناصر. أي مكتبة لا يَلْزَمُ أن تَحتوي على عناصر حقيقيةَ فقط، بل رمز الأرض أو رموز التغذية بالإضافة إلى رسم الإطاراتِ يُمْكِنُك أيضاً تُخْزَينها كأدوات في المكتبة. عادة لا تَحتوي هذه الرموزِ على أيّ أطراف دبوسيه. كما أن هناك أيضاً مكتبات تَحتوي فقط على أغلفة .

و لفتح نافذة محرر المكتبةِ:
قم بفتح ملف مكتبة جديد عن طريق القائمة المنسدلة الموضحة File/New/Library في واجهة التحكم. فسوف تفتح نافذة محرّرِ المكتبةَ كما بالشكل (١).



شكل (١) يوضح نافذة محرر المكتبة-لم يتم تحميل أى عنصر

تحميل أو إعادة تسمية التغليف، أو الرمز، أو النبيطة للعنصر:

إنّ الأوامرَ التاليةَ مهمة للعمل ضمن أي مكتبة:

تحميل عنصر أو تغليف (إذا كان عِنْدَكَ محرّرُ تخطيطَ اللوح فقط) للتَحرير.

هذه الأيقونات مِنْ اليسارِ: لتحميل النبيطة device، لتحميل التغليف package، لتحميل الرمز symbol. هذه الأيقوناتِ معروضة في شريط الأفعال.

إزالة REMOVE

حذفْ نبيطة device / تغليف package / رمز symbol مِنْ المكتبةِ. متوفر فقط خلال قائمة المكتبةِ أَو نافذة كتابة الأمر. راجع طلب المساعدةً.

إعادة تسمية RENAME

إعادة تسمية نبيطة device / تغليف package / رمز symbol . متوفرة فقط خلال قائمة المكتبةِ أَو نافذة كتابة الأمر. انظر طلب المساعدةً.

نمط تحرير التغليف The Package Editing mode

يتم تعريفَ العنصر باختصار فيما بعد. و هذا يعتبر دليل أكثر شمولاً في تصميم العنصر مشروحاً خلال جزء الأمثلةِ. الأيقوناتَ المتوفرَة في شريط الأوامر مكافئةَ إلى الأيقونات المماثلة لمحرر الشكل التخطيطي و محرر تخطيط اللوح.

تصميم التغليف الجديد Design New Package

من المعروف أنك تقوم بالتغيير إلى نمط تحرير التغليف خلال أيقونة التغليف في شريط الأفعال. قم بكتابة اسمَ التغليف، وأجبْ على سؤال التَأكيد لإنشاء تغليف جديد 'packagename'؟ بالإجابة "نعم" . ضع وسائد (though-hole contacts) أَو SMDs (SMD contact areas)) مَع الأوامرَ التاليةَ التي تتوفر فقط في محرّرِ التغليف.

وضِعْ وسادةَ العنصر التقليدي.

وضع وسادة عنصر سطحي SMD . يُمْكِنُك أَنْ تُغيّرَ اسمَ الوسائد أَو العناصر السطحية بالأمر NAME . استعمل الأوامر WIRE, ARC، الخ لرسم

- الرمز للشاشة الحريرية على الطبقةِ ٢١، tPlace
- المعلومات البيانية الإضافية لطبع التوثيقَ إلى الطبقة ٥١، tDocu.

رسم المناطق المحظورة للموجه الآلي Autorouter، إذا كان مطلوباً، في الطبقاتِ ٤١، tRestrict٤٢، bRestrict، أَو ٤٣، vRestrict، أَو في الطبقاتِ ٣٩، tKeepout، أَو ٤٠، باستعمال الأوامر POLYGON أو CIRCLE, أو RECT. يمكن وضع ثقوب التثبيت بالأمرHOLE إذا كانت مطلوبة.

أستعمل الأمر TEXT لوَضْع:

- NAME> string في الطبقةِ ٢٥، tNames، حيث تخدم كمتغيّر نَصٍّ يحتِوي على اسمِ العنصر،
- VALUE> string في الطبقةِ ٢٧، tValues، حيث تخدم كمتغيّر نَصٍّ يحتِوي على قيمة العنصر.

أستعمل أمر الوصفَ DESCRIPTION لإضافة وصف للتغليفِ package. يُمْكِنُ أَنْ تُستَعملَ صيغة نَصٍّ ريتش Rich لهذا الغرض. هناك المزيد من معلوماتَ أخرى في صفحاتِ طلب المساعدةَ.

تصميم تغليف جديد مِنْ تغليف موجود حالياً:

قم بتحميل التغليف الحالي، قم بعْرضُ كُلّ الطبقات، قم بتعرّيفُ المجموعة (باستخدام الأمر GROUP) التي تحتِوي على كُلّ الكائنات الرسومية، قم بالْنقرُ على الأيقونةَ CUT وبعد ذلك النقر على أصل منطقة الرسم (الإحداثيات ٠ ، ٠). يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تكتب الأمر قطعَ CUT في نافذة كتابة الأوامر command line وقم بإعطاء النقطة المرجعية، على سبيل المثال:

```
CUT (0 0) ;
```

قم بفتح تغليف جديد (في نفس المكتبة أو في مكتبةِ أخرى) للتَحرير، قم بالنقر على أيقونة اللصق PASTE وبعد ذلك على نقطة أصل منطقةِ الرسم. أو قم بإدخال مرة ثانيةً أمر اللصق PASTE مَع نقطة الأصل في نافذة كتابة الأوامر، على سبيل المثال:

```
PASTE (0 0) ;
```

الآن قم بتحرير الكائنات الرسومية بالطريقة التي ترغبها. يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ قِيَمَ الإحداثيات لأوامر القصّ واللصق لتَحريك المجموعةِ في النظامِ الإحداثيات. وهذا قَدْ يكُون مفيداً للكائنات الرسومية التي لم ترسم في شبكة الرسم الصَحيحة.

الأوامر مجموعة GROUP ، قطع CUT ، واللصق PASTE يمكن أن تستخدم لنَسْخ الأغلفة Packages والرموزِ Symbols ، ولكن ليس لنْسخَ العناصر Devices . شاهدْ أيضاً مخطوطةَ التصديرِ EXPORT SCRIPT.

نمط تحرير الرمز The Symbol Editing mode :

تعريف أي رمز يَعْني تعريف جزء من نبيطة العنصر device الذي يُمْكِنُ أَنْ تَوْضَعَ بشكل منفرد في الشكل التخطيطي. في حالة عائلة الدوائر المتكاملة 74L00 فإن هذا يُمكنُ أَنْ يَكُونَ بوابة منطقية NAND واحدة والطرفين الدبّوسين للتغذية الكهربائية، يتم تعرّيفَهما كرمز آخر. في حالة المقاومة، فإن العنصر يحتوي فقط على رمزَ واحد حيث يعتبر تمثيلُ للمقاومِة.

قم الآن بالتغيير إلى نمط تحرير الرمز خلال أيقونةِ الرمزَ في شريط أدوات الأفعال . أدخل اسمَ الرمزِ، وأجبْ على سؤال التَأكيد لإنشاء رمزَ جديدَ 'symbolname'؟ بكلمة نعم.

تصميم رمز جديد Design a New Symbol :

أستعمل الأوامرَ WIRE, ARC، الخ. لرسم التمثيلِ التخطيطي للرمزِ إلى الطبقةِ ٩٤، رموز Symbols. ضِعْ الأطراف الدبوسية باستعمال الأمر التالي PIN ، والتي تكون متوفرة في نمط تحرير الرمزِ:

وضع الأطراف الدبوسية .

يُمْكِنُك تُعدّيلَ معاملات الطرف الدبوسي (الاسم، الاتجاه، الوظيفة، الطول، الظهور، مستوى التبديل swaplevel) بينما يكون الأمر الدبّوسَ PIN نشيطاً، أَو بالأمر تغييرِ CHANGE . أسماء الطرف الدبوسي يتم تغييرها باستخدام الأمر NAME .

أستعمل الأمر TEXT لوَضْع:

- NAME> string في الطبقةِ ٢٥، tNames، حيث تخدم كمتغيّر نَصٍّ يحتِوي على اسمِ العنصر،
- VALUE> string في الطبقةِ ٢٧، tValues، حيث تخدم كمتغيّر نَصٍّ يحتِوي على قيمة العنصر.

تصميم رمز جديد مِنْ رمز موجود حالياً:

قم بتحميل الرمز الحالي، قم بعْرضُ كُلّ الطبقات، قم بتعرّيفُ المجموعة (باستخدام الأمر GROUP) التي تحتِوي على كُلّ الكائنات الرسومية، قم بالنْقرُ على الأيقونةَ CUT وبعد ذلك النقر على أصل منطقةِ الرسم (الإحداثيات ٠ ، ٠). يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تكتب الأمر قطعَ CUT في نافذة كتابة الأوامر command line وقم بإعطاء النقطة المرجعية، على سبيل المثال:

```
CUT (0 0) ;
```

قم بفتح رمز جديد (في نفس المكتبة أَو في مكتبةِ أخرى) للتَحرير، قم بالنقر على أيقونة اللصق PASTE وبعد ذلك على نقطة أصل منطقةِ الرسم. أَو قم بإدخال مرة ثانيةً أمر اللصق PASTE مَع نقطة الأصل في نافذة كتابة الأوامر، على سبيل المثال:

```
PASTE (0 0) ;
```

الآن قم بتحرير الكائنات الرسومية بالطريقة التي ترغبها. يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ قِيَمَ الإحداثيات لأوامر القصّ واللصق لتَحريك المجموعةِ في النظامِ الإحداثيات. وهذا قَدْ يكُون مفيداً للكائنات الرسومية التي لم ترسم في شبكة الرسم الصَحيحة.

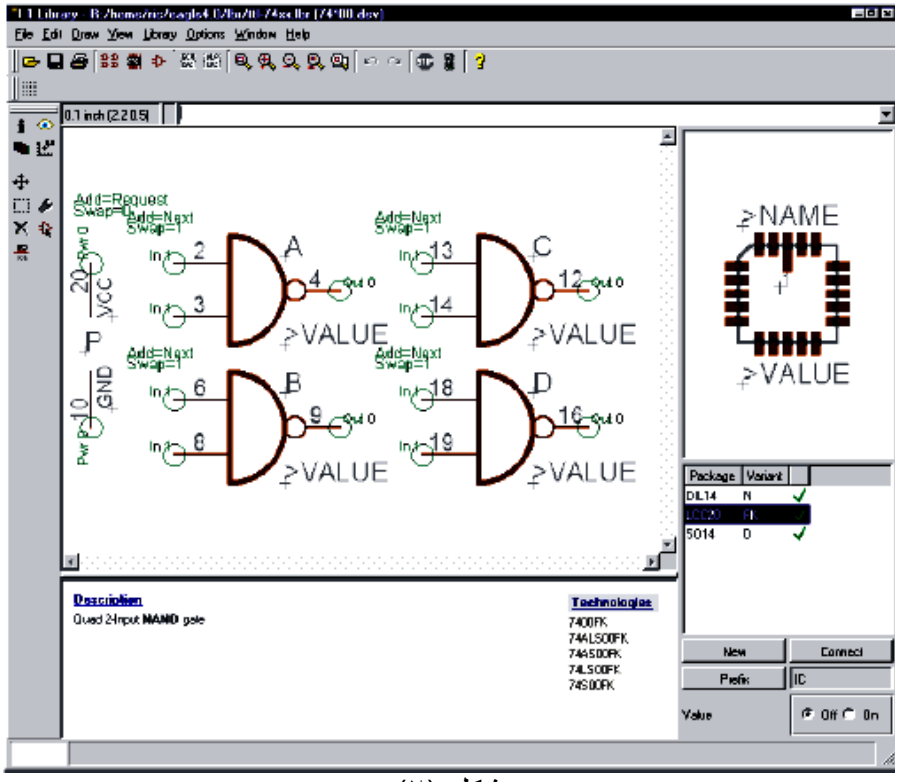
الأوامر مجموعة GROUP ، قطع CUT ، واللصق PASTE يمكن أن تستخدم لنَسْخ الأغلفة Packages والرموزِ Symbols ، ولكن ليس لنْسخَ العناصر Devices . راجع أيضاً مخطوطةَ التصديرِ EXPORT SCRIPT.

نمط تحرير النبيطة للعنصر The Device Editing mode :

يتم تعريف العناصر Components كنبائط devices. في نمط تحرير النبائط لا يمكنك رسم أي شيء، و لكن يمكنك تعريف التالي:

- أى متغيرات التغليف يتم استخدامها ،
- أى رمز أو رموز يتم استخدامها (يطلق عليها بوابة إلكترونية خلال عنصر الدائرة المتكاملة)،
- أى الأسماء للبوابات يتم التزويد بها (ومثال على ذلك: - A, B)،
- أى التكنولوجيات تتوافر (ومثال على ذلك: -74L00, 74LS00, 74HCT00)،
- إذا كان هناك بوابات مكافئة فأى منها يُمْكِنُ أَنْ يتم التُبادل بينها (swaplevel)،
- كيف تَتصرّفُ البوابَة عند إضافتها إلى الدائرة التخطيطية (addlevel)،
- البادئة prefix لاسمِ العنصر، إذا كانت البادئة اللغوية مستعملةُ،
- إذا كان يمكن تغييرَ قيمةِ العنصر أَو إذا كان يمكن تثبيت القيمةِ إلى اسمِ النبيطة device،
- أى الأطراف الدبوسية تنسب إلى وسائد التغليف (الأمر CONNECT)
- يَجِبُ أَنْ يُخْزَنَ وصف هذا العنصر في المكتبة.

الشكل التاليُ يوضح التعريف الكامل لعنصر الدائرة المتكاملة ٧٤٠٠ المُعَرَّفةُ بأربعة بوابات إلكترونية NAND و بوابة التغذية في تغليف مختلف و إصدارات تكنولوجية .



شكل (٢)

إنشاء عناصر فعلية مِنْ الرموزِ والأغلفة
Create Actual Components from Symbols and Packages

قم بالانتقال إلى نمط تحرير العنصر device بالنَقْر على أيقونةِ العنصر Device الموجودة في شريط أدوات الأفعال. قم بكتابة اسمَ النبيطة device وأَكّدْ على سؤالَ إنشاء النبيطة device الجديدة 'devicename'؟ بكلمة نعم. استعمل الأوامرَ التاليةَ لإنشاء نبيطة device .

أضفْ الرمز إلى النبيطة device. يمكنك تعريف اسم البوابة المنطقية Gate name ، و مستوى المبادلة swaplevel و مستوى الإضافة addlevel في الأمر Add الموجود في شريط المعاملات ، أَو أعادَة التعريف لاحقاً بالأمر تغييرَ CHANGE.

يُحدّد مستوى المبادلة swaplevel أي البوابات المنطقية مكافئة. يقوم مستوى الإضافة addlevel بتعريف، على سبيل المثال، إذا كانت البوابة سَتُضافُ إلى الشكل التخطيطي

فقط بناءً على طلبِ المستخدمين. المثال: بوابة القدرة الكهربائية للدائرة المتكاملةِ التي عادة لَيستْ ظاهرة على الشكل التخطيطي.

NAME تغيير اسم البوابة المنطقية.

CHANGE تغيير مستوى المبادلة swaplevel أو مستوى الإضافة addlevel.

التغليف PACKAGE :

القيام بتعرّيفْ و تسمية متغيرات التغليف أو الأغلفة. يتم تفعيل الأمر PACKAGE بالنَقْر على الزرِّ New في نافذةِ محرّرِ العنصر Device ، أو بالكتابة في نافذة الأوامر. اختر تغيير التغليف المطلوبِ.

التوصيل CONNECT :

القيام بتعريف أى الأطراف الدبوسية pins (البوابة المنطقية gate) منسوبة الى الوسائد pads (التغليف package) .

البادئة اللغوية PREFIX :

القيام بتزويد البادئةً اللغوية لاسمِ العنصر في الشكل التخطيطي (ومثال على ذلك: - R للمقاوماتِ).

القيمة VALUE:

في نمطِ النبيطة device، يستخدم VALUE لتَحديد سواء قيمة العنصر التي يُمْكِنُ أَنْ تختار بحرية مِنْ خلال الشكل التخطيطيِ schematic أَو تخطيط اللوحة layout، أَو سواء كان لَهُ مواصفات ثابتة.

حالة الوصل On: فإن القيمة يُمْكِنُ أَنْ تتُغيّرَ مِنْ خلال الشكل التخطيطي (ومثال على ذلك: - للمقاوماتِ). العنصر لَمْ يُحدّدْ بالكامل حتى يتم تخصيص قيمته .

حالة عدم التوصيل **Off**: القيمةُ تناظر اسمَ العنصر، متضْمنة، عندما تمثل، تخصيص التكنولوجيا وإصدار التغليف (ومثال على ذلك: - 74LS00N). حتى إذا كانت القيمةِ "فصل Off"، فإن قيمة العنصر يُمْكِنُ أَنْ تتغيّرَ. القيمة الجديدة تحدّد بعد استفسار الفحص حيث يكون الفعل قد تم. إذا، على أية حال، كان إصدار التكنولوجيا أو التغليف تم تغييرهما في مرحلة لاحقة بواسطة CHANGE PACKAGE أَو CHANGE TECHNOLOGY، من ثمّ فإن قيمة العنصر تعود إلى القيمة الأصلية.

التكنولوجيا TECHNOLOGY :
إذا كان ضروري فإنه يُمْكِنُ تُعرّيفَ تكنولوجيات مختلفة، على سبيل المثال، عنصر منطقِي.

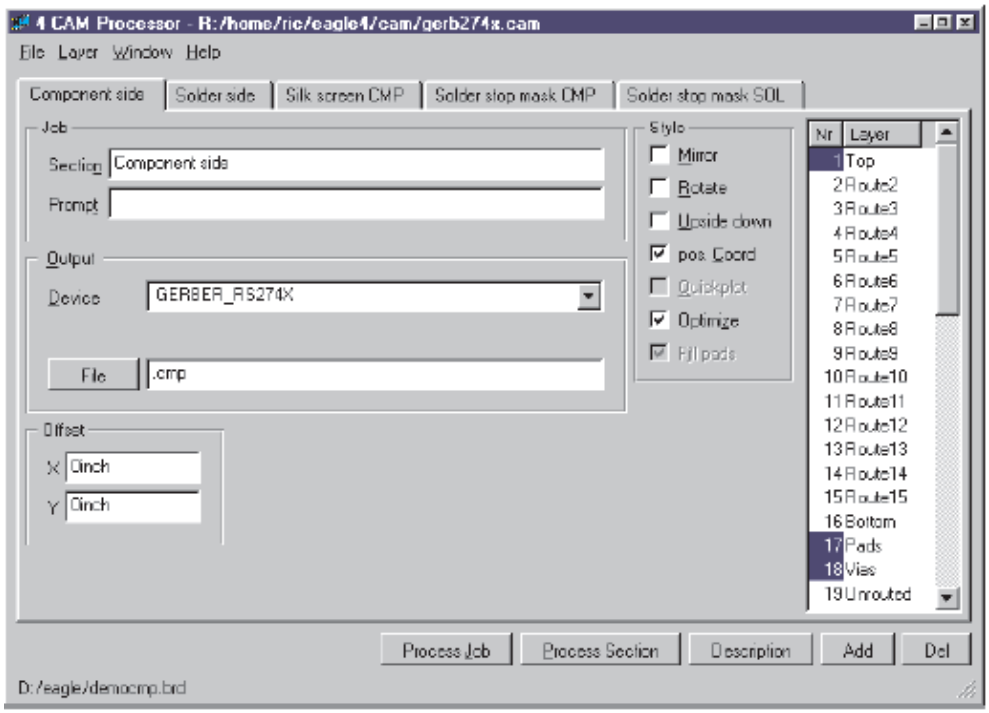
الوصف DESCRIPTION :
قم بإعداد وصف للنبيطة device حيث يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُفْحَصَ بوظيفة البحثِ المرافقة مع حوار الأمر Add.

٦-٢ حوار معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM

يتم توليد بياناتِ التصنيع بواسطة معالجِ التصنيع بمساعدة الحاسب CAM . حيث يتوافر أي عدد من السواقِات لخرج البياناتَ . و يجدر بالذكر إنّ السواقَات مُعَرَّفة في ملف يعرف eagle.def ، الذي يُمْكِنُ أَنْ يُحرّرَ بأيّ محرّر نَصِّي.

إن الخرج إلى طابعاتِ المصفوفةِ، على أية حال، لَمْ يُخْلَقُ بمعالجِ CAM لكن بواسطة أمر PRINT. تَسْمحُ شروطُ رخصةِ برنامج EAGLE لك بإعْطَاء معالجِ التصنيع بمساعدة الحاسب CAM إلى منتج لوحتكَ شكل (٦). لعمَلُ هذا، فإنك تَحتاجُ لتجهيزه فقط بنسخة من برنامج EAGLE المجاني.

يُمْكِنُ لمعالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM أَنْ يعمل بدون دعمِ مِنْ أيّ آلية ترخيص. بدلاً عن ذلك، يُمْكِنُ لمنتج لوحتكَ أَنْ يطْلبَ برنامج EAGLE المجاني مباشرة مِنْ CadSoft. يُمْكِنُ لمعالج CAM أيضاً أَنْ يُبْدَأَ مباشرة من نافذة كتابة الأوامر. عدد مِنْ معاملات نافذة كتابة الأوامر يُمْكِنُ أَنْ تُعْبَرَ إليه عندما يتم استدعائها. هذا مدرجُ في الملحقِ.



شكل (٦) يوضح نافذة معالج الحاسب المساعد في الصناعة CAM

٦-٢-١ توليدُ البيانات Generate Data :

تحميل ملف الوظيفة Load Job File :

أي شغله أو وظيفة هي عبارة عن تعرّيفُ سلسلةَ من عِدّة خطوات الخرج. يُمْكِنُك، على سبيل المثال، استعمال شغله job لتَوليد ملفاتِ فرديةِ تحتوي على بياناتَ Gerber لعِدّة طبقات للوح الدائرة المطبوعة.

أي شغله يتم تحمّيلُها من خلال القائمةِ المنسدلة " ملفَ File " لمعالجِ التصنيع بمساعدة الحاسب CAM أَو عن طريق واجهة التحكم. أي شغله لَيسَت ضرورِيَة جداً للخرج. كُلّ الإعدادات يُمْكِنُ أَنْ تتم يدوياً.

تحميل اللوح Load Board :

قبل تمْكِنُك من تولّيدَ خرج output يَجِبُ عليك أَنْ تَفْتحَ القائمةَ المنسدلة " ملفَ File" و تحميل اللوح. في اليسارِ السفلي في نافذةِ معالجِ التصنيع بمساعدة الحاسب CAM يُمْكِنُك أَنْ تشاهدْ ملفَ BRD لأَيّ بياناتِ يمكن توليدها.

معاملات الخرج Output Parameters :

إذا تم تحميل ملف الشغلة، فإن معاملات الخرج يكون قد تم تعديلها. أي شغله يُمْكِنُ أَنْ تحتوي على عِدّة أقسام بمجموعاتِ معاملات مختلفةِ. العناصر الخارجية المختلفة تَقْبلُ معاملات مختلفةُ.

إذا لم يتم تحميل شغله، ضعَ المعاملات التي تَحتاجُ إليها.

أبدأ بالإخراج Start Output :

إذا كنت تُريدُ تَنفيذ شغله تم تحُمّيلَها، قم بالْنقرُ على زر معالجة الشغلة Process Job.

إذا كنت في التو تُريدُ الحُصُول على ناتجَ حيث تستعملُ إعدادات المعامل الظاهرة حالياً ، قم بالْنقرُ على زرَّ قسمِ المعالجة Process Section .

تعريف شغله جديدة Define New Job :

قم بإتباع الخطواتَ التاليةَ لتَعريف أي شغله جديدة:

١. قم بالنقر على Add، لإضافة قسم جديد.

٢. قم بوضع المعاملات .

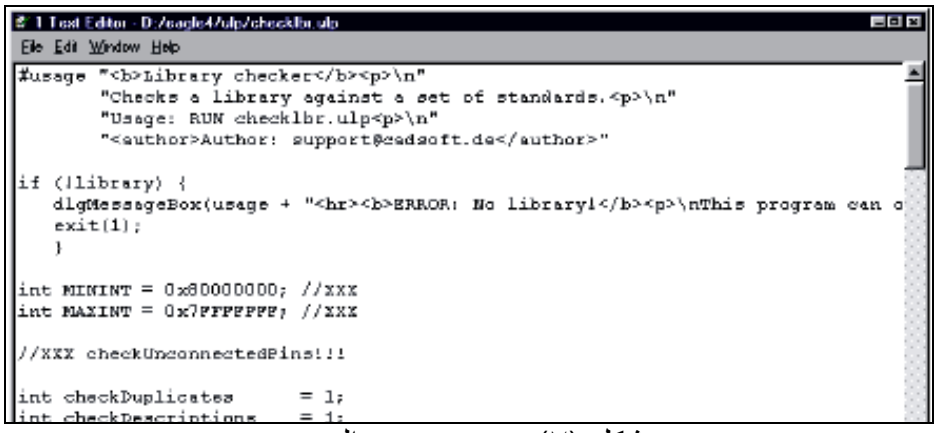
٣. كرّرْ الخطوتين ١ و٢ إذا كان من الضروريِ.

٤. قم بتسجيل الشغلة عن طريق File/Save job.

يَسْمحُ الزرُّ "وصفَ Description" بوَصْف ملفِ الشغلَة. هذا الوصفِ سَيَكُونُ معروض في واجهة التحكم Control Panel. يَحتوي الفصل الذي سيتناول إعداد بياناتِ التصنيع على معلومات مُفصّلةً عن هذا الموضوعِ.

٦-٣ نافذة محرّرِ النَصَّ Text Editor Window :

يَحتوي برنامج EAGLE على محرّر نَصِّ بسيطِ. يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَه لتَحرير الملفاتِ المخطوطةِ script files، مثل برامج لغة المستخدم أَو أيّ ملف نَصِّي آخر. عندما تقوم في محرّرِ النَصَّ، بالضغط على الزر اليمين للفأرة فإن هذا يقوم بالنداء على قائمة السياق context menu . هذه القوائم تَدفعك إلى تَشْكِيلة من الوظائفِ مثل أوامرِ الطباعة والنَسْخ والقطع، والبحث، والاستبدال (تعبيرات منتظمة أيضاً)، مثل تغييرِ الخطّ والمقاس ، وهكذا-انظر شكل (٦).



شكل (٧) يوضح محرر النص

الجزء الثالث

٧	نافذة محرر الدائرة المطبوعة
٨	الموجه الآلي لمسارات اللوح النحاسية
٩	تخطيط لوح الدائرة المطبوعة

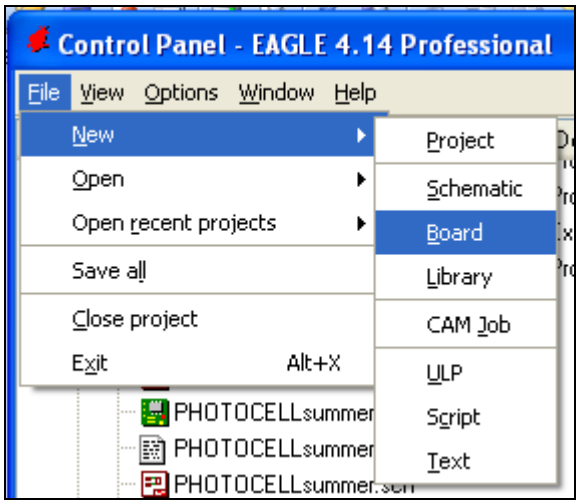
نافذة محرر الدائرة المطبوعة
The Board (Layout) Editor Window

٧-١ مقدمة :

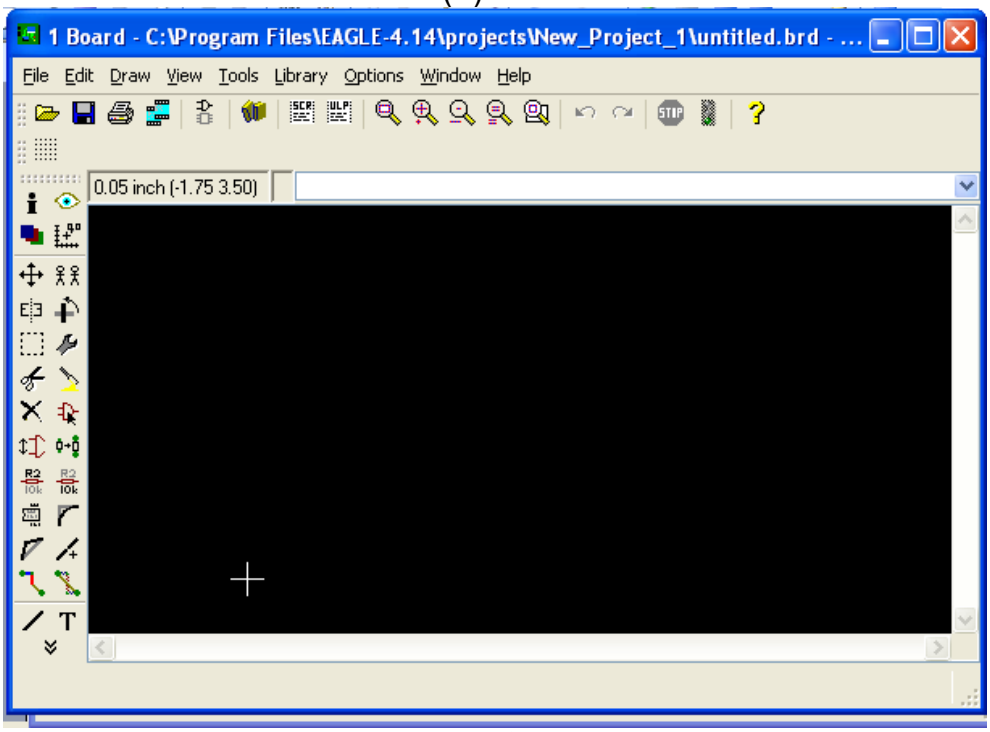
يستخدم هذا المحرر من أجل تخطيط لوح الدائرة المطبوعة Layout للدائرة الإلكترونية، التي يستخدم فيها أشكال التغليف المختلفة للعناصر Packages. و من المعروف أن تخطيط لوح الدائرة المطبوعة للدوائر الإلكترونية يستخدم بهدف التصنيع و التجميع الإلكتروني. و تعرف ملفات تخطيط لوح الدائرة المطبوعة بالامتداد (*.brd).

٧-٢ فتح أو إنشاء ملف تخطيط لوح مطبوع:

يتم فْتحُ نافذةُ محرّرِ تخطيطَ لوح الدائرة المطبوعة (محرر الدائرة التنفيذية-العملية-الصناعية) عندما تستخدم الأمر "فتح Open" لفتح ملفَ لوح دائرة مطبوعة موجود حالياً أَو الأمر New لإنشاء ملف لوح دائرة مطبوعة جديد و ذلك من نافذة واجهة التحكم كما بالشكل (١). إذا كنت قد قمت بفتح محرّرَ الرسم التخطيطيَ فسوف تقوم برسم الدائرة التخطيطية أولاً و من ثم تقوم بتوليد ملف لوح الدائرة المطبوعة لها بالأمر BOARD، أَو بنَقْر أيقونةِ اللوح BOARD.



شكل (١)



شكل (٢)

تظهر نافذة محرّرِ تخطيطَ لوح الدائرة المطبوعة Layout مثل نافذة محرّرَ الرسم التخطيطي كما بالشكل (٢). و إذا كنت لا تَعْملُ مَع محرّرِ تخطيط اللوح، أو حتى إذا لم تكن قد قمت برسم الشكل التخطيطي، فإنه يجب دراسة نفس المعلومات المستخدمة

في الجزء السابق مع بعض المفاهيم الجديدة و المناسبة للعمل في محرر تخطيط اللوح أيضاً.

فالأوامر في شريط الأوامر يتم مناقشتها مرة أخرى، مع ملاحظة بعض الاختلاف في بعض استخداماتها. أوصاف الأوامرِ التي لا يُمْكن الوصول إليها من خلال شريط الأوامر هي أيضاً تَوْجَدَ في الجزء المتعلّقُ بنافذة محرر الرسم التخطيطي Schematic.

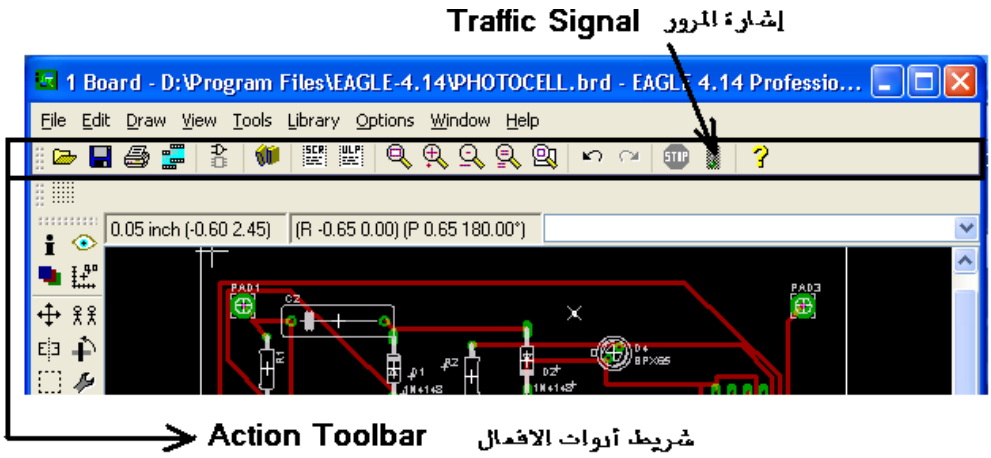
كُلّ الأوامرِ يُمْكِنُ أيضاً أَنْ نصَلَ إليها من خلال القوائم المنسدلة في خانةِ القائمةَ. هذا يَنطبقُ أيضاً، بالطبع، على نافذتا المحرر التخطيطيِ Schematic ومحرر التخطيطِ Layout.

٧-٣ أشرخة الأدوات لنافذة محرر لوح الدائرة المطبوعة

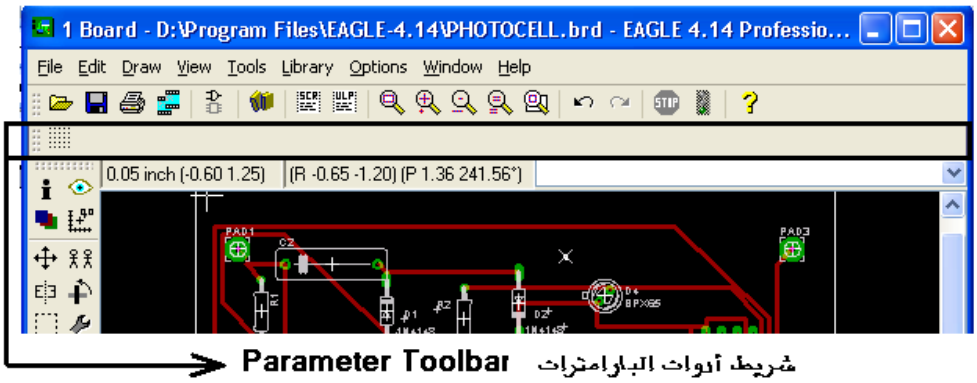
تحتوي هذه النافذة على أجزاء تتطابق كثيراً مع نظائرها في نافذة محرر الشكل التخطيطي. حيث تتطابق أشرطة الأدوات فيما عدا بعض الوظائف المختلفة . و أشرطة الأدوات هى من الأعلى إلى الأسفل:

- عنوان بمعلوماتِ عن نسخةِ وطبعةِ البرنامج،
- شريط القائمة المنسدلة Menu Toolbar
- شريط الأفعال Action Toolbar، شكل (٣)
- شريط المعاملات Parameter Toolbar ،شكل (٤)
- منطقة الرسم Drawing Area ،
- مبين إحداثيات المؤشر
- نافذة كتابة الأوامر Command Line.
- على اليسارِ، شريط الأوامر Command Toolbar، شكل (٥)
- و تظهر في أسفل النافذة شريط الحالة status bar حيث توضح وصف قصير للأمر الحالي .
- شريطي الإزاحة الرأسي و الأفقي

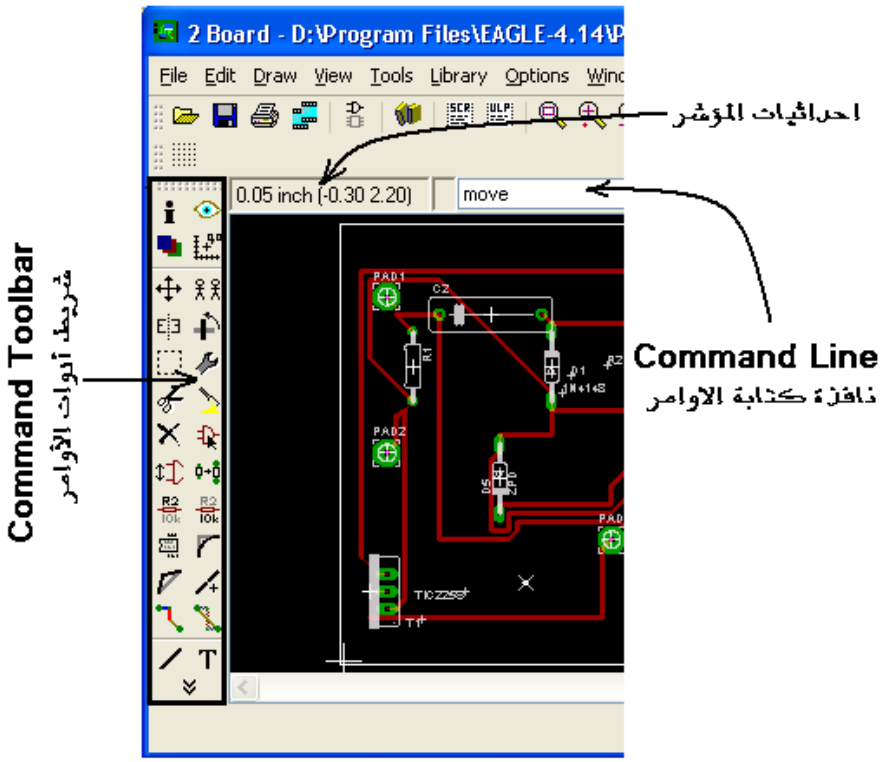
يمكن إظهار أو إخفاء مساطر الأدوات toolbars في قائمة المواجهة للمستعمل أو الخيارات Options/User. إضافة إلى ذلك هناكُ الإمكانيةُ لاستعمال قائمة نَصِّية بدلاً مِنْ أمر مسطرة الأدوات الموضحة.


Traffic Signal إشارة المرور
1 Board - D:\Program Files\EAGLE-4.14\PHOTOCELL.brd - EAGLE 4.14 Professio...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
0.05 inch (-0.60 2.45)
(R -0.65 0.00) (P 0.65 180.00°)
Action Toolbar شريط أدوات الافعال

شكل (٣)


1 Board - D:\Program Files\EAGLE-4.14\PHOTOCELL.brd - EAGLE 4.14 Professio...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
0.05 inch (-0.60 1.25)
(R -0.65 -1.20) (P 1.36 241.56°)
Parameter Toolbar شريط أدوات البارامترات

شكل (٤)



شكل (٥)

وعلى سبيل المثال و ليس الحصر الشكل (٦) التالي يوضح شريط الأوامر ، يوجد على يسار مساحة الرسم،حيث هناك بعض الأيقونات لأوامر غير موجودة في محرر الشكل التخطيطي. و من أمثلة هذه الأوامر : أمر تحويل المسارات إلى أسلاك هوائية Ripup وأمر التوجيه اليدوي لمسار التوصيل Route و أمر فحص قواعد التصميم DRC و أمر حساب أقصر المسارات Ratsnest و أمر الموجه الآلي Auto

قد لا يظهر هذا الشريط كاملاً على الشاشة ، و ذلك نتيجة لمقاس الشاشة وإعداداتها. و لتنفيذ ذلك من أجل شاشة مقاس ١٤ بوصة قم بتغيير إعدادات الشاشة لتصبح :

768 (Pixels) × Screen area = 1024

شكل (٦) يوضح شريط الأوامر في محرر تخطيط اللوح Layout Editor

٧-٤ شريط القوائم بنافذة محرر اللوح المطبوع :

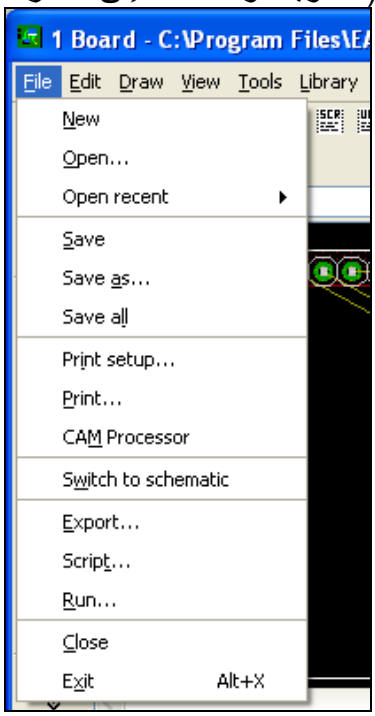
كما عرفنا سابقاً بأن هذا الشريط يحتوي على القوائم التالية :

الملف File -التحرير Edit –الرسم Draw –العرض View-الأدوات Tools-المكتبة Library –الخيارات Options-النافذة Window-مساعدة Help.

سوف نتناول كل قائمة على حدة مع بعض التمارين.

٧-٤-١ قائمة الملف File menu :

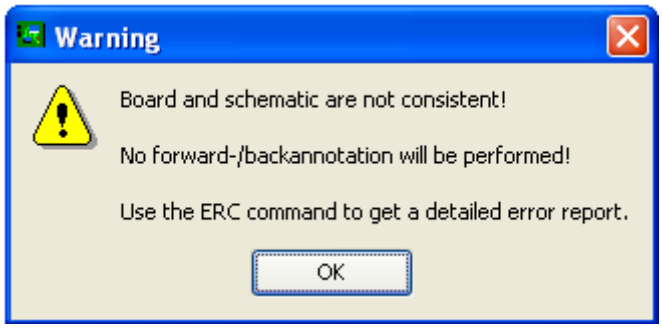
و هى تماثل تماماً نفس القائمة في محرر الشكل التخطيطي فيما عدا اختلاف وحيد كما بالشكل (٧). ففي محرر تخطيط اللوح ترد الوظيفة Switch to schematic (التحويل أو الانتقال إلى الدائرة التخطيطية) بينما في محرر الشكل التخطيطي ترد الوظيفة Switch to board (التحويل أو الانتقال إلى الدائرة المطبوعة).



شكل (٧)

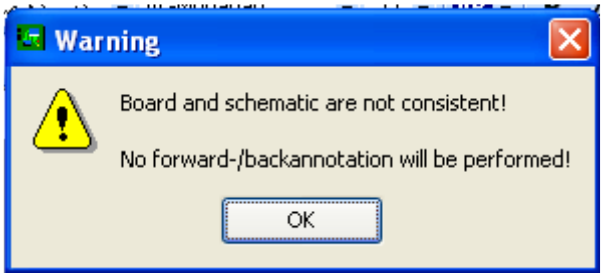
٧-٤-٢ التدريب على وظائف القائمة File :

- افتح الملف singlesided.brd من التفريعة Projects/example ثم قم بحفظه باسم demo11 .
- انقر الخيار Switch to schematic ، سيعطيك البرنامج الرسالة المبينة في الشكل (٨) التالي، و ينشئ تلقائياً ملف الدائرة التخطيطية باسم demo11.sch ، و يتضمن نص الرسالة " عدم وجود تطابق بين الدائرة التخطيطية و المطبوعة –و سوف لا يكون هناك ترابط بينهما –استخدم الأمر ERC للحصول على تقرير بالأخطاء المفصلة"

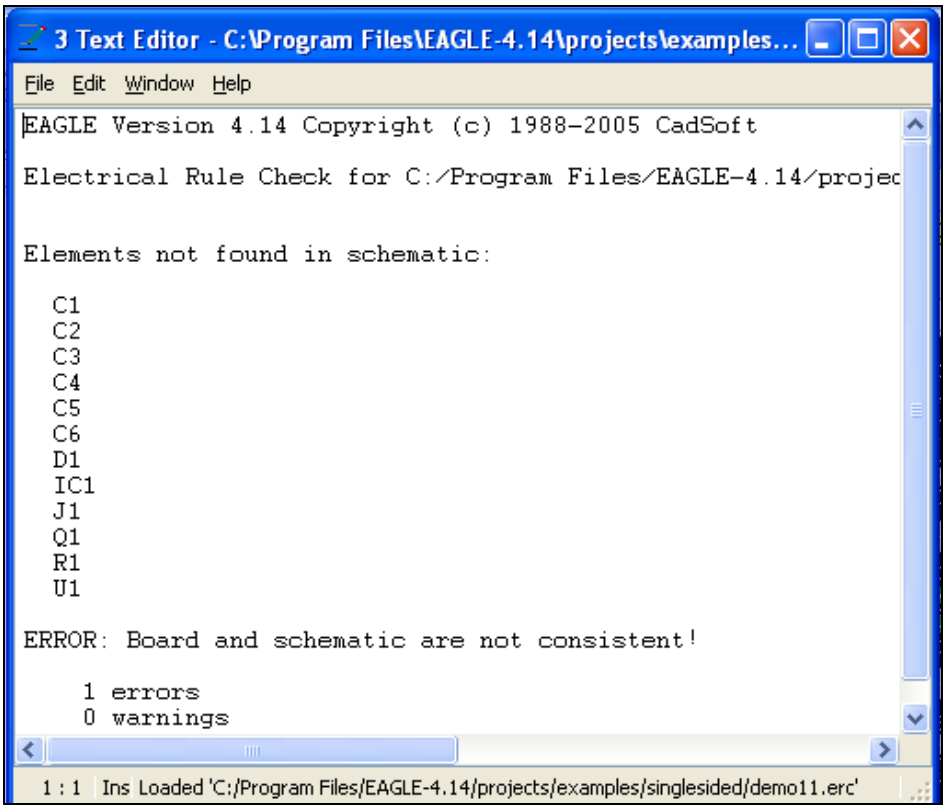


شكل (٨)

- قم بفحص القواعد الكهربائية ERC و ذلك بالنقر على قائمة Tools ثم الخيار ERC . سيعطيك البرنامج رسالة أخرى و المبينة بالشكل (٩) التالي فحواها بأنه لا يوجد تطابق بين الدائرتين و لا يوجد ترابط بينهما سوف يؤدى وبالموافقة على ذلك يعطيك البرنامج تقرير عن الأخطاء المفصلة كما بالشكل (١٠) .

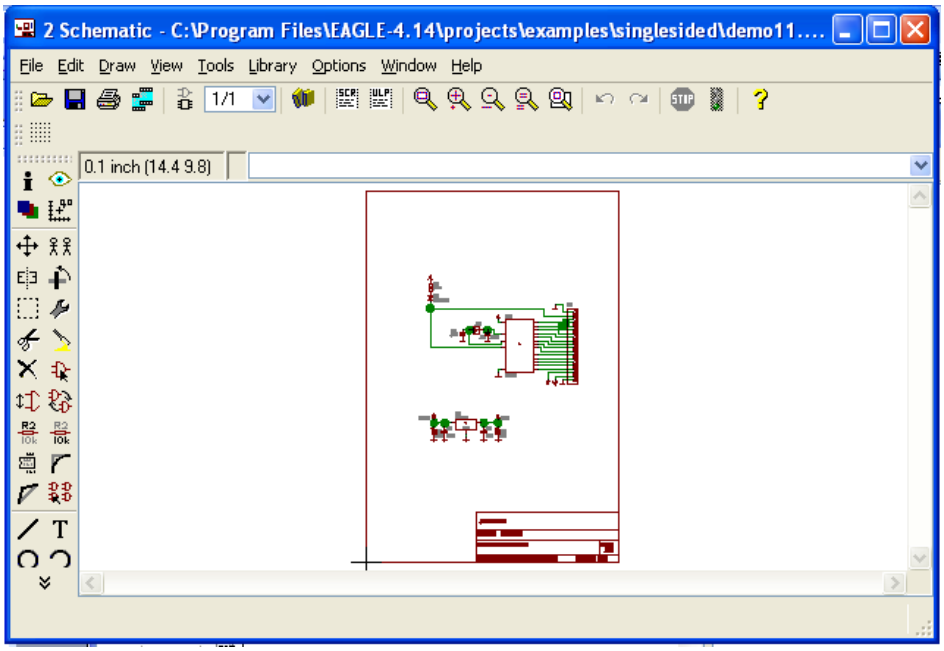


شكل (٩)

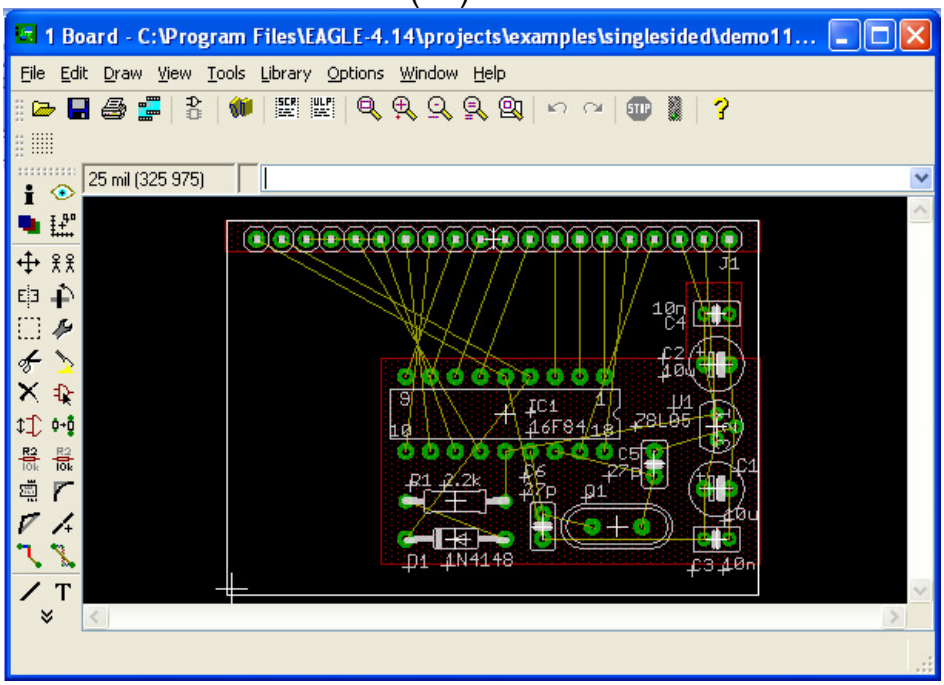


شكل (١٠)

- قم بغلق المحرر النصي و نافذتى الدائرة التخطيطية و الدائرة المطبوعة :
- قم بنسخ ملف الدائرة التخطيطية Singlesided.sch باسم demo11.sch -الشكل (١١). لإجراء ذلك من واجهة التحكم ، قم بنقر الأيقونة الحوار demo11، ثم انقر Ok .
- قم بفتح الملف demo11 الخاص بالدائرة المطبوعة . سيقوم البرنامج تلقائياً بتحميل ملف الدائرة التخطيطية الخاصة بالملف بالزر الأيمن ، ثم انقر الوظيفة Copy ، ثم اكتب في صندوق دائرة المطبوعة، أو سيسألك عن رغبتك في ذلك ، تبعاً للطريقة التي أغلقت بها البرنامج آخر مرة.


2 Schematic - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11....
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
1/1
0.1 inch (14.4 9.8)

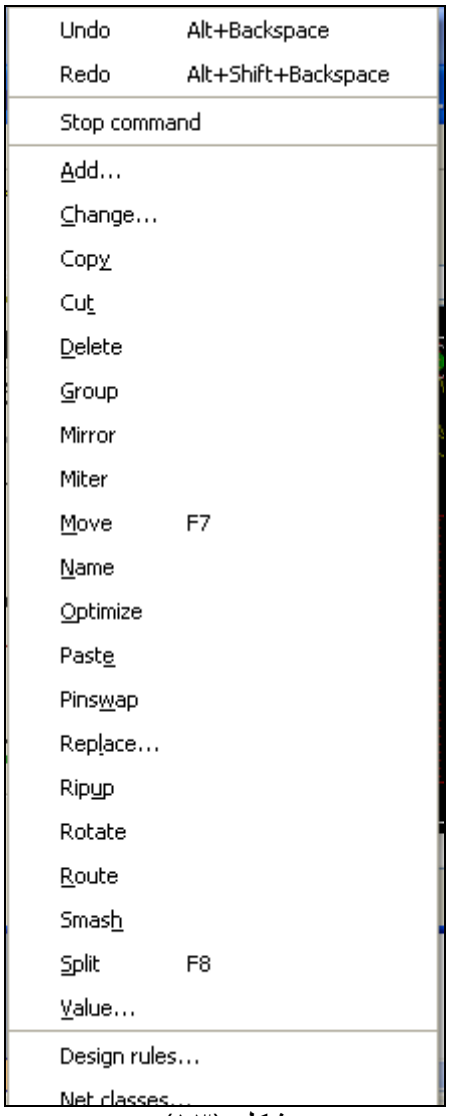
شكل (١١)


1 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
25 mil (325 975)
J1
10n
C4
10u
IC1
16F84/18
78L05
U1
C5
27p
C6
27p
P1 2.2k
D1 1N4148
C1
10u
10n

شكل (١٢)

٧-٤-٣ قائمة التحرير Edit menu :

و هى قائمة خاصة بعمليات التحرير،و تختلف عن القائمة المماثلة في محرر الدائرة التخطيطية بوجود الأوامر التالية، الشكل(١٣) التالي:



شكل (١٣)

- **المثلى** Optimize : يقوم بجمع أجزاء السلك في طبقة الإشارة، و الموضوعة على استقامة واحدة. و يشترط أن تكون في الطبقة نفسها و لها نفس العرض. يفيد هذا الأمر في التقليل من عدد الكائنات الرسومية المستخدمة في الرسم ، و تسهيل تحريكها كمسار كامل عوضاً عن كونها أجزاء متفرقة.
- **استبدال** Replace : بهذا الأمر يمكننا استبدال غلاف عنصر بغلاف آخر أو وسائد اللحام بأخرى . يبقى أن نعلم أن هذا الأمر يعمل فقط في حالة عرض الطبقتين tOrigins/bOrigins .
- **تحويل الأسلاك النحاسية إلى أسلاك هوائية** Ripup : يفيد هذا الأمر في تحويل الأسلاك النحاسية المطبوعة إلى أسلاك عادية (هوائية).
- **التوجيه اليدوي للمسارات** Route : يقوم هذا الأمر بتفعيل موجه المسارات اليدوي ، و الذي يسمح لك بتحويل الأسلاك الهوائية (غير الموجهة) إلى أسلاك نحاسية مطبوعة غير متقاطعة.

٧-٤-٤ التدريب على وظائف القائمة Edit :

- يستخدم الأمر ADD بالطريقة التي تم شرحها سابقاً في محرر الدائرة التخطيطية ، مع مراعاة الأمور التالية:

أ-في النسخة التعليمية من البرنامج ، لا يمكن إدراج العناصر إلا ضمن مساحة مستطيلة أبعادها (80*100mm) ، و موضوعة عرضياً، و تقع نقطة الأصل للإحداثيات في الزاوية السفلى اليسرى منها.

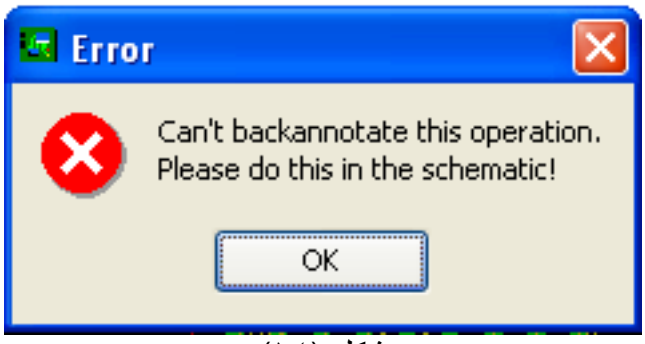
ب-عندما يكون ملف الدائرة التخطيطية المرتبط مع ملف الدائرة المطبوعة محملاً، لن تتمكن من تنفيذ ما يلي :

-إضافة أو نسخ الكائنات الرسومية التي لها وسائد لحام.

-حذف سلك هوائي.

-تعريف الوصلات بالأمر Signal.

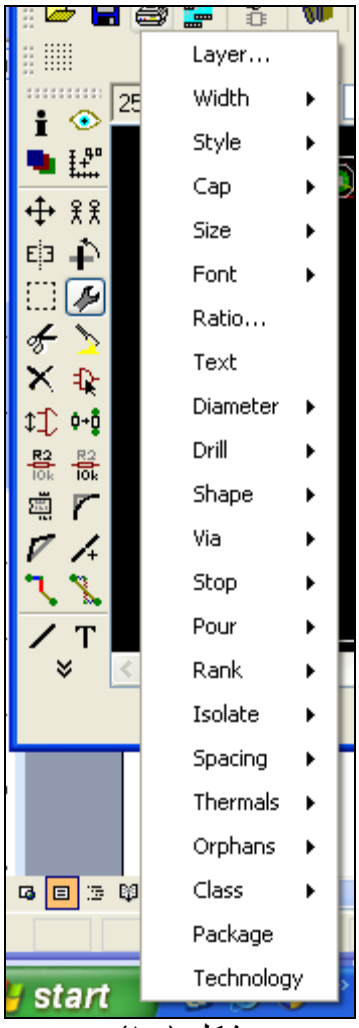
و عندما تحاول القيام بأى مما سبق، سيعطيك البرنامج الرسالة المبينة في الشكل (١٤) ، و التي تخبرك بأنه: " لا يمكن تنفيذ (إرجاع) هذه العملية إلى الدائرة التخطيطية. يرجى تنفيذ ذلك في محرر الدائرة التخطيطية" . على أية حال، إن كنت مضطراً لإجراء تعديل على الدائرة المطبوعة ، يمكنك إغلاق ملف الدائرة التخطيطية و إجراء التعديل المرغوب. و إلا فقم بتنفيذه في الدائرة التخطيطية ، ثم قم بتوليد الدائرة المطبوعة من جديد من خلال الوظيفة Switch to board بالقائمة File .



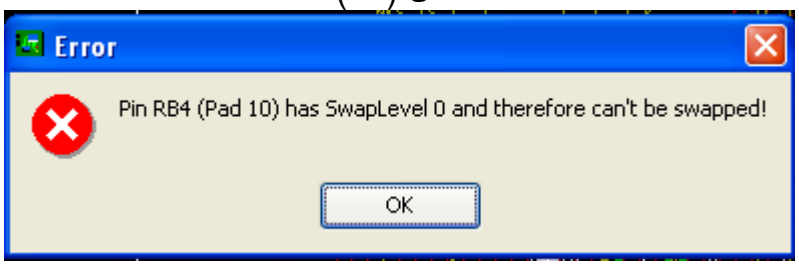
شكل (١٤)

- اختر الأمر Change ، و لاحظ من الشكل (١٥) أن القائمة المنبثقة تحتوي على عدد كبير من الوظائف عن مثيلتها في محرر الدائرة التخطيطية. فبالإضافة لما سبق، ستجد إمكانية لتغيير أقطار الثقوب Drills ، و أقطار نقاط اللحام Diameter ، و شكلها Shape ، و نموذج ملء المضلعات Pour ، و المسافة Spacing بين خطوط التهشير عند ملء المضلعات بالنموذج Hatch ، و مسافة العزل Isolate بين المضلعات Polygons و المسارات Tracks ، أما الوظيفة Thermals فهى خاصة بالثقوب البينية الموجودة في طبقات التغذية و هى غير مستخدمة في النسخة التعليمية من البرنامج. عندما يكون للوظيفة الأخيرة Orphans القيمة Off فسيقوم بحذف الأجزاء الصغيرة من المضلعات غير المتصلة بالإشارات، و لا يقوم بذلك عندما يأخذ القيمة On. يمكنك أيضاً تغيير غلاف عنصر بغلاف آخر .

- اختر الأمر Pinswap ، ثم انقر إحدى وسائد اللحام pads ، سيتم إضاءة هذه الوسادة ، انقر وسادة أخرى و لاحظ كيف يقوم البرنامج بتبديل التوصيلات بينهما إن كانتا تابعتين لنفس الكائن الرسومي. عند تطبيق هذا الأمر على نقطتى لحام تابعتين لكائنين مختلفين ، سيعطي البرنامج رسالة توضح عدم إمكانية تطبيق الأمر على عدة كائنات الشكل (١٦).



شكل (١٥)



شكل (١٦)

- اختـر الأمـر Replace ، و انتـق مـن خـلال صـندوق حـوار Replace أحـد العناصـر الموجـودة فـي المكتبـة ، ثـم انقـر الـزر Ok . انقـر عنصـراً موجـوداً

ضمن الدائرة و لاحظ تغيره. نفذ العملية نفسها على الدوائر المتكاملة. جرب إمكانية استبدال الدائرة المتكاملة بأخرى لها عدد أكبر من وسائد اللحام Pads.

- اختر الأمر Ripup ، ثم اختر أحد المسارات النحاسية (يفضل أن لا يكون المسار طويلاً) ، انقر المسار و لاحظ تحول جزء منه إلى سلك هوائي Airwire ، استمر بالنقر على كافة الأجزاء التي يتألف منها المسار حتى ينقلب المسار كاملاً إلى سلك هوائي أصفر اللون (طالما كانت الإعدادات الافتراضية هي المستخدمة)

- اختر الأمر Route ، ثم انقر السلك الهوائي ولاحظ تحول الجزء الأصغر إلى مسار نحاسي، و عند كل نقرة يثبت الجزء الأصغر و يتحول التالي إلى مسار نحاسي، و هكذا حتى نقطة النهاية.

- اختر الأمر Split ، و اختر أحد المسارات المستقيمة و قم بالنقر عليه ، و لاحظ كيفية تغير شكله.

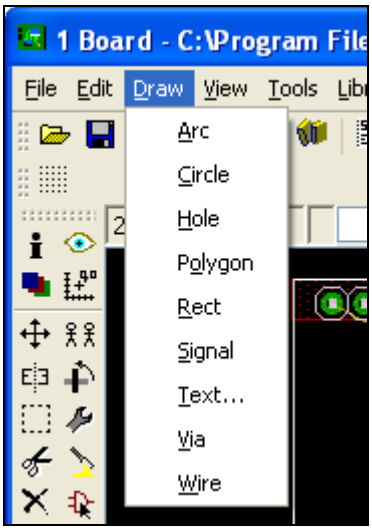
- اختر الأمر Optimize ثم انقر الزر Go الموجود في شريط الأفعال (إشارة المرور) لتنفيذ الأمر على كل المسارات.

٧-٤-٥ قائمة الرسم Draw menu :

تحتوي هذه القائمة –شكل (١٧) على الأوامر التالية :

- **الثقب** Hole : يقوم بتعريف الثقوب التي تستخدم لتثبيت العناصر ميكانيكياً أو لتثبيت لوح الدائرة المطبوعة في كابينة الجهاز مثلا (و ليس للعبور من طبقة إلى أخرى)، و يمكن أن يصل قطرها حتى (13.1mm)

- **إشارة** Signal : يستخدم لتحديد مسار الإشارة بين الكائنات الرسومية، وذلك بنقرة عند نقطة البداية و نقرتين عند نقطة النهاية.



شكل (١٧)

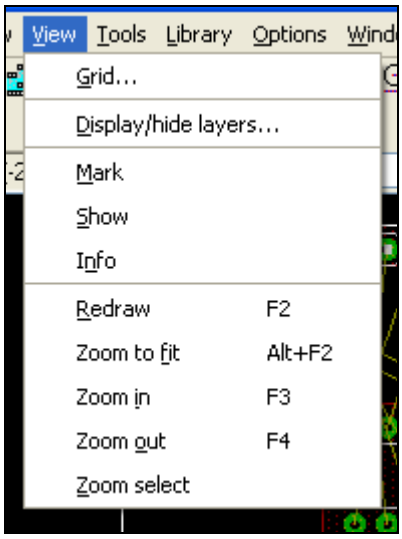
- **نقطة عبور** Via : يقوم هذا الأمر بإدراج نقطة عبور بين الطبقات في مكان نقرة الفأرة.

٧-٤-٦ التدريب على وظائف القائمة Draw :

- قم برسم الأشكال الهندسية المختلفة (أقواس ، دوائر هندسية، مضلعات،...الخ)، بشكل مماثل تماماً لما مر سابقاً في محرر الدائرة التخطيطية، مع مراعاة الحدود التي تفرضها نسختك من البرنامج.
- اختر الأمر Hole ، و قم بإدراج عدد من الثقوب ، ثم قم بتغيير قطر الثقب باستخدام الخيار Drill في القائمة المنبثقة للأمر Change . اختر الأمر Via ، وقم بإدراج عدد من نقاط العبور مختلفة الخواص ، و بشكل مشابه لخواص الثقوب. و لاحظ أنه على الأقل يوجد مساران نحاسيان من لونين مختلفين- لأنهما موجودان في طبقتين مختلفتين-و يلتقيان عند كل نقطة عبور.
- اختر الأمر Text ، و قم بإدراج النص " My circuit" . سيظهر النص بشكل معكوس، إذا تم إدراجه في الطبقة Bottom ، و صحيح إذا تم ذلك في الطبقة Top. جرب الحالتين.

٧-٤-٧ قائمة المشاهدة View menu :

تحتوى على الأوامر الموضحة في القائمة التالية-شكل (١٨):



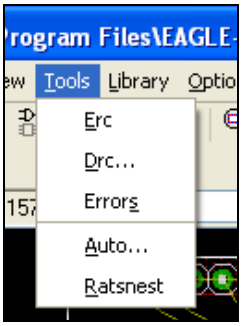
شكل (١٨)

ملحوظة :

يجدر بالذكر أن عدد الطبقات المستخدمة في محرر الدائرة المطبوعة هو ٤٩ طبقة، ولكن لا يمكن استثمار جميعها في النسخة التعليمية المبسطة من البرنامج ، مثل الطبقات Route2...Route15 الخاصة بموجه التوصيل. مع البيان بأن البرنامج قادر على تحميل الملفات المعدة بالنسخ القياسية Standard و الاحترافية Professional .

٧-٤-٨ قائمة الأدوات Tools menu :

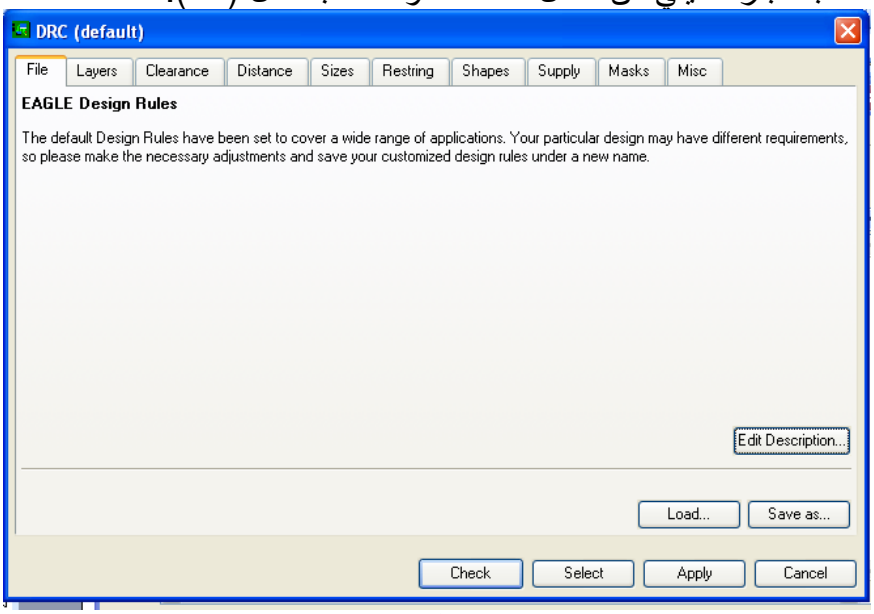
عند اختيار هذه القائمة تظهر الوظائف التالية – شكل (١٩):



شكل (١٩)

- **فحص القواعد الكهربائية** Electrical Rule Check (ERC) : يستخدم هذا الأمر لاختبار التوصيل الكهربي للدائرة، و تكتب نتيجة الاختبار في ملف نصي، امتداده Erc .

- **فحص قواعد التصميم** Design Rule Check (DRC) : يقوم هذا الأمر باختبار ما يلي من خلال النافذة الموضحة بالشكل (٢٠):



شكل (٢٠)

-الطبقات Layers
-الخلوص Clearance
-المسافة Distance
-المقاسات Sizes
-عرض الحلقة النحاسية حول الثقب Restring
-الأشكال Shapes
-التغذية Supply
-الأقنعة Masks
-أشياء أخرى Misc

عند الرغبة في تنفيذ هذه الوظيفة يظهر لك صندوق الحوار حيث يتيح لك تغيير قيم المعاملات التي سيتم الفحص على أساسها- و إلا ستستخدم القيم الافتراضية.

- **أخطاء** Errors : يستخدم هذا الأمر عادة لإظهار الأخطاء المكتشفة من قبل الأمر DRC ، حيث تظهر عند تنفيذ الأمر قائمة منبثقة تحتوي على جميع الأخطاء الموجودة في نافذة الرسم . و عند اختيار أي خطأ بواسطة الفأرة

سيتم تحديده على الرسم بخط من الزاوية اليسرى العليا للشاشة. و بالنقر المزدوج على أى خطأ سيتم التركيز center على المنطقة الواقع فيها. كما يمكن تنفيذ هذا الأمر بواسطة زر في صندوق الحوار الخاص بالأمر DRC .

- **التوجيه الآلي** Auto : يتم بواسطته تفعيل عمل موجه التوصيل الآلي، الذي يقوم بتحويل الأسلاك الهوائية إلى مسارات نحاسية.

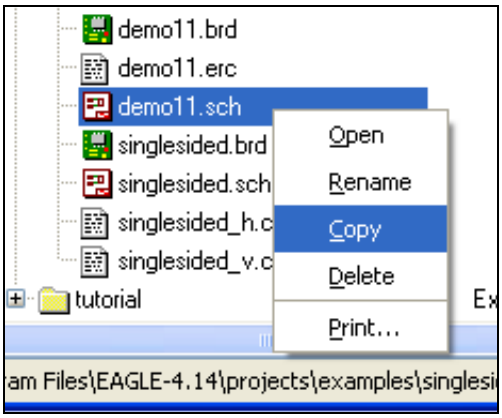
- **إحصاء أقصر الطرق** Ratsnest : يستخدم هذا الأمر عند القيام برسم الدائرة المطبوعة، كمرحلة أخيرة قبل إجراء عملية توجيه التوصيل، و ذلك بعد تحديد الوضع النهائي للعناصر. حيث يقوم هذا الأمر بتعديل الوصلات الهوائية لتحقيق المسارات الأقصر الممكنة، و يسجل في حقل التلميحات عدد الأسلاك المستخدمة. كما يقوم بملء المضلعات Polygons المستخدمة.

٧-٤-٩ التدريب على وظائف القائمة Tools :

- انسخ الملف demo11.sch ، و أحفظه باسم demo111.sch .

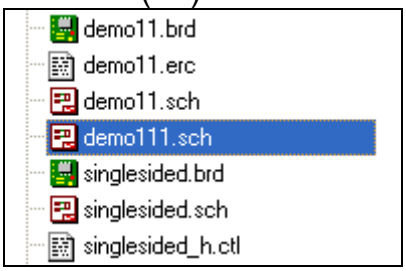
ملحوظة :

قم بالنسخ انطلاقا من واجهة التحكم باستخدام الخيار Copy من القائمة المنبثقة التي تظهر عند النقر بالزر الأيمن على أيقونة الملف demo11.sch ، و ليس باستخدام الأمر Save as ، لأن هذا الأمر يقوم تلقائياً بنسخ ملف الدائرة المطبوعة demo11.brd أيضاً كما بالشكل (٢١). لا تنسى أن النسخ يتم بمسمى آخر فليكن demo111.sch حتى يمكنك إنشاء ملف دائرة تخطيطية بعيداً عن لوح الدائرة المطبوعة كما بالشكلين (٢٢،٢٣).



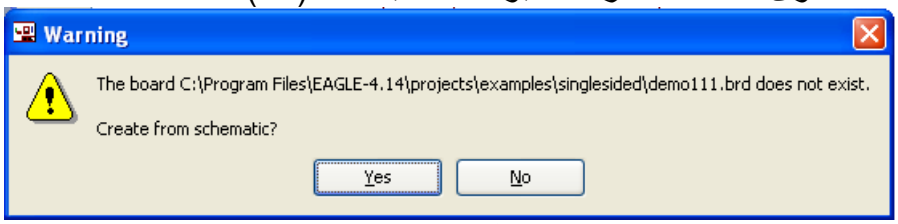
شكل (٢١)

شكل (٢٢)



شكل (٢٣)

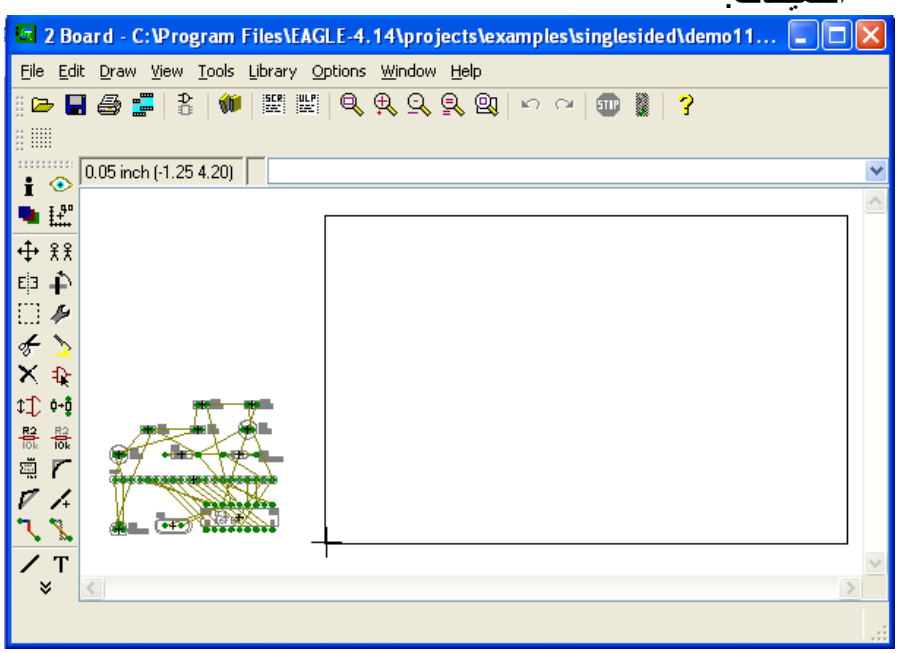
- اختر الأمر Switch to board ، الموجود في القائمة File ، أو باستخدام الأيقونة الخاصة به في شريط الأدوات.
- يظهر لك الرسالة الموضحة بالشكل (٢٤) حيث يبلغك البرنامج بأن ملف الدائرة التخطيطية demo111.sch ليس له ملف دائرة مطبوعة (demo111.brd) و يسألك هل تريد توليد هذا الملف من ملف الدائرة التخطيطية. فإذا قمت بالنقر على الزر Ok ، سينتقل البرنامج تلقائياً إلى محرر الدائرة المطبوعة و قد رتب العناصر خارج إطار أبعاده و هى الأبعاد القصوى الممكنة للدائرة المطبوعة، كما بالشكل (٢٥).



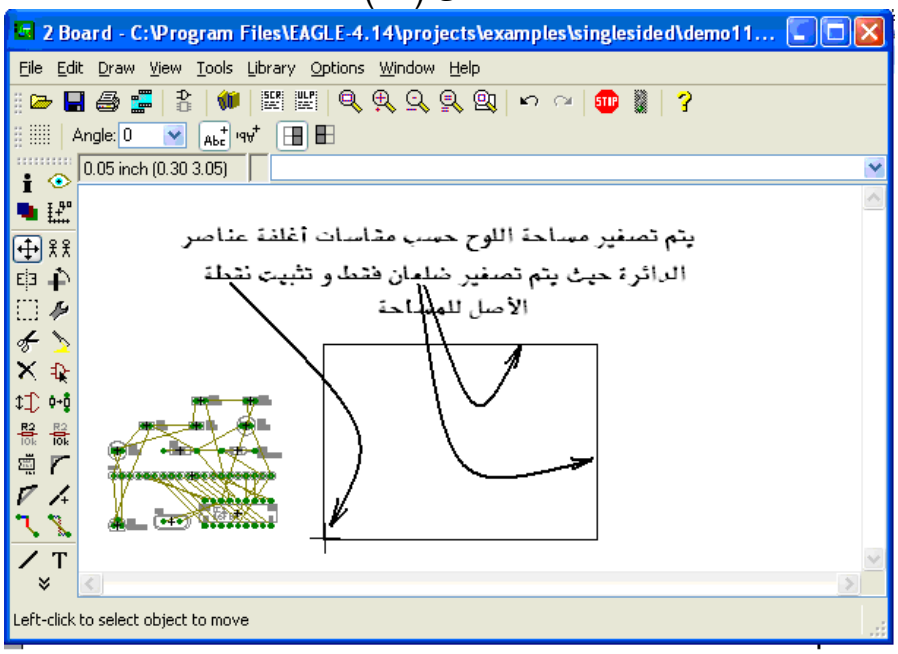
شكل (٢٤)

- حيث أن الإطار الظاهر لأول مرة و بجانبه العناصر هو إطار بأقصى الأبعاد و لذا يأخذ المصمم للدائرة المطبوعة مقاسات الأغلفة للعناصر و المرافقة للإطار كمرجع بعدي له و يحاول تصغير مساحة اللوح بما يتناسب و مقاسات العناصر هذه. باستخدام الأمر Move قم بالنقر على الضلعين الغير مشاركين في نقطة الأصل الواحد تلو الآخر و قم بسحبه حتى الطول المناسب و المطلوب كما بالشكل (٢٦)
- قم بنقل العناصر باستخدام الأمر Move الواحد تلو الآخر، و قم بترتيبها داخل الإطار، استخدم الزر الأيمن لتدوير العنصر . و هناك طريقة أخرى و هو القيام بتحديد مجموعة العناصر معاً، ثم تحريكها و تثبيتها ضمن الإطار كما بالأشكال (٢٧،٢٨،٢٩) . العناصر التي تظهر وسائدها Pads بالون الأحمر، هى عناصر SMD، و التي يتم لحامها على سطح موضع العنصر.
- قم بالنقر على تكبير أو تصغير الشكل لكى يناسب مساحة نافذة الرسم حتى يتضح أمامك الشكل كما بالشكل (٣٠). ثم قم بترتيب العناصر لتقليل تقاطعات الأسلاك الهوائية و حسب ما هو مطلوب في أوضاع العناصر كما بالشكلين (٣١،٣٢) .
- اختر الأمر Ratsnest عند الانتهاء من ترتيب العناصر لحساب أقصر مسارات التوصيل و تنفيذ الأقصر منها كما بالشكل (٣٣)، وأقرأ عدد

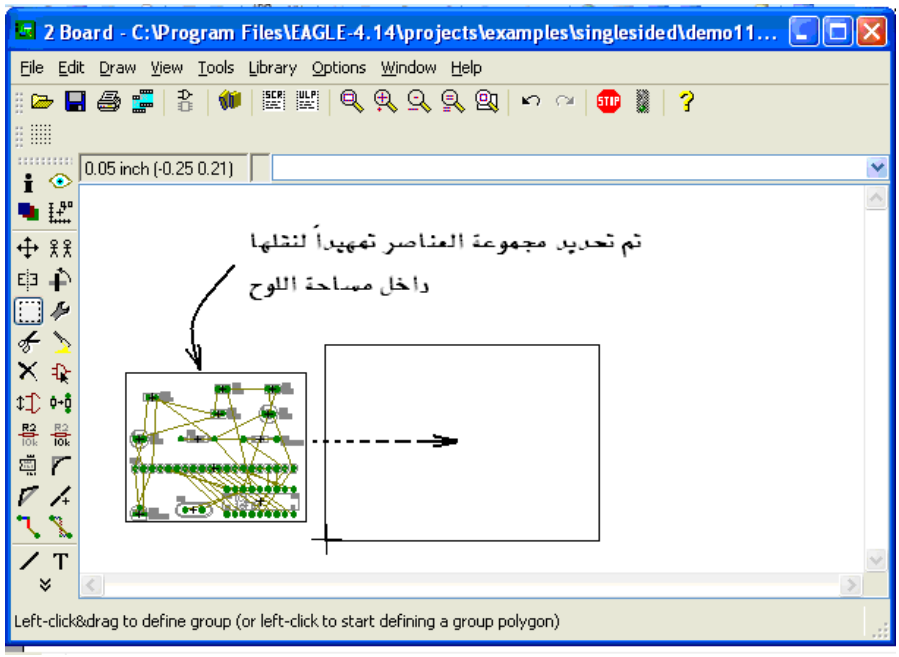
الأسلاك الهوائية الموجودة في الدائرة و الذي يسجله البرنامج في حقل التلميحات.



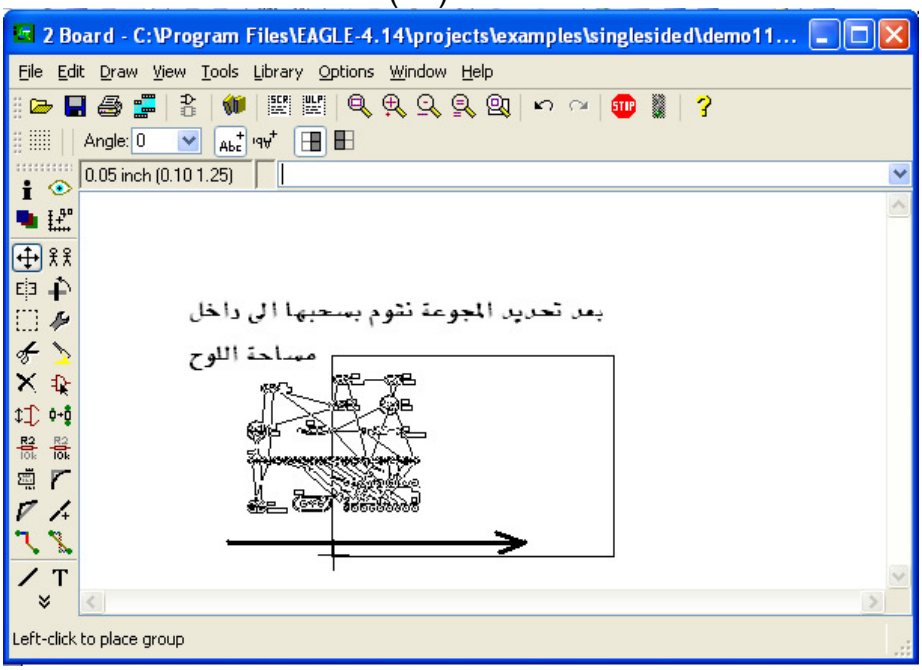
شكل (٢٥)



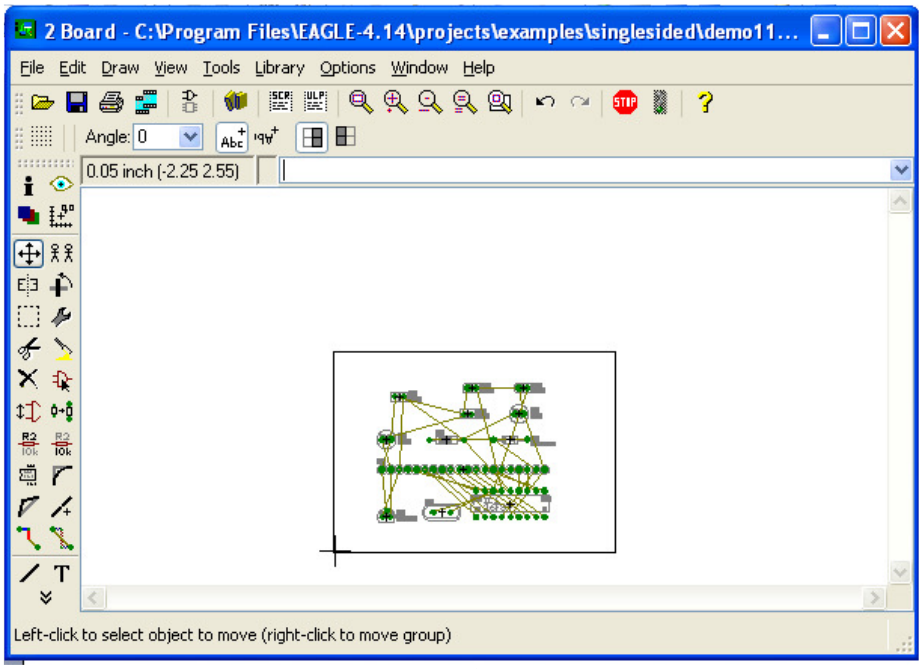
شكل (٢٦)


2 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
0.05 inch (-0.25 0.21)
تم تحديد مجموعة العناصر تمهيداً لنقلها
داخل مساحة اللوح
Left-click&drag to define group (or left-click to start defining a group polygon)

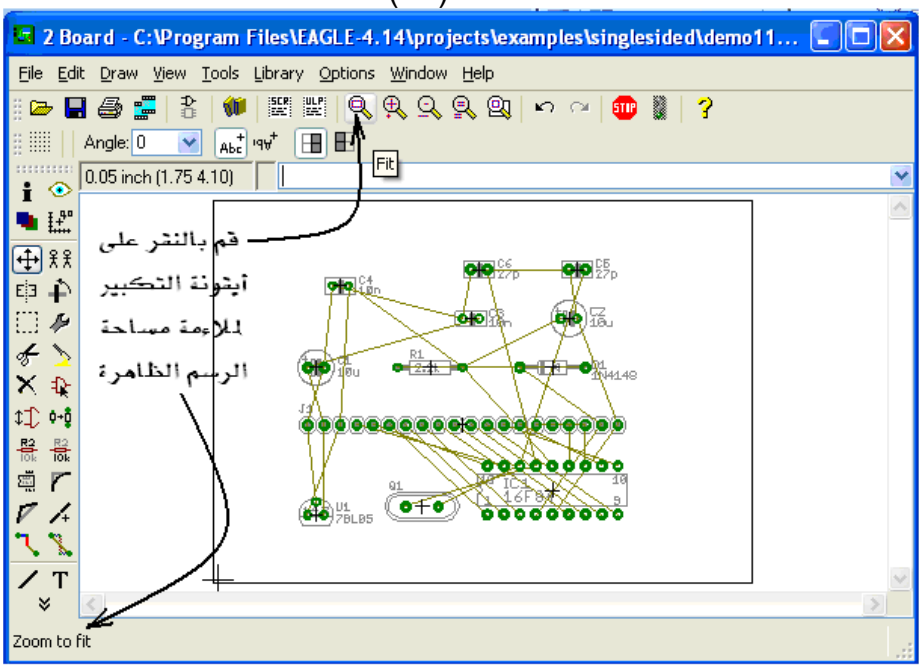
شكل (٢٧)


2 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
Angle: 0
0.05 inch (0.10 1.25)
بعد تحديد المجوعة نقوم بسحبها الى داخل
مساحة اللوح
Left-click to place group

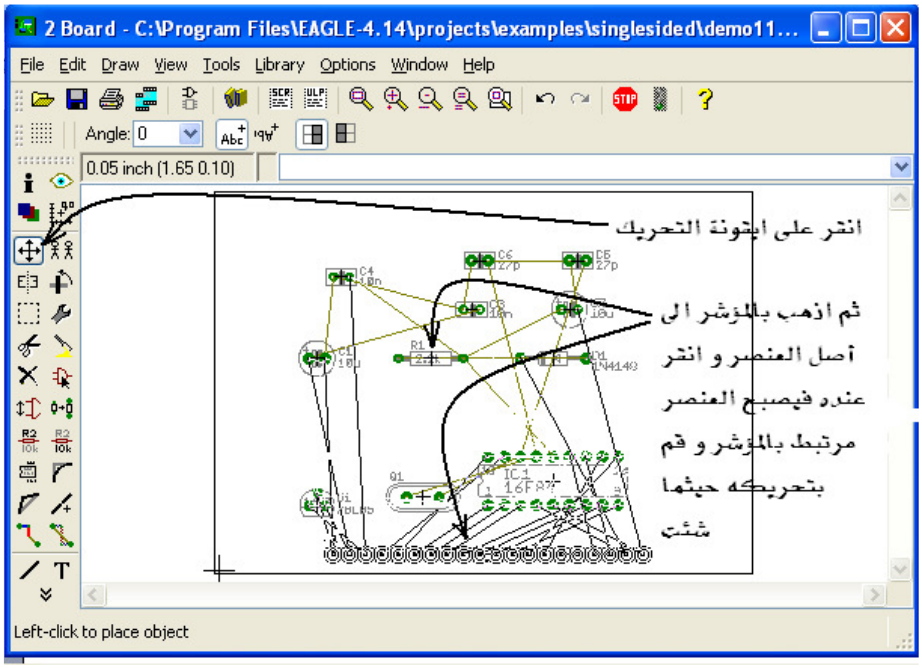
شكل (٢٨)


2 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
Angle: 0
0.05 inch (-2.25 2.55)
Left-click to select object to move (right-click to move group)

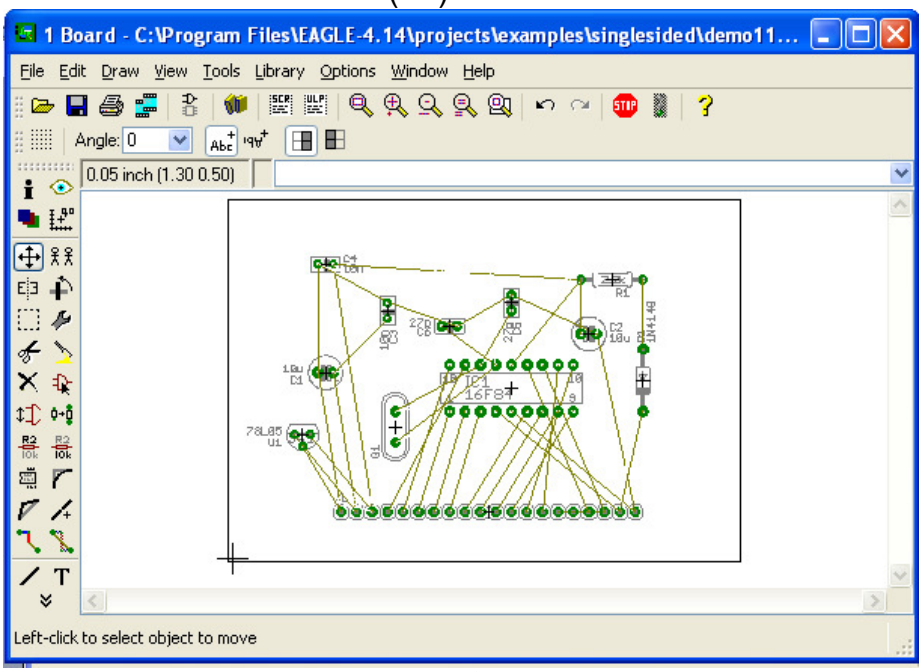
شكل (٢٩)


2 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
Angle: 0
0.05 inch (1.75 4.10)
Fit
قم بالنقر على
أيقونة التكبير
للإحاطة مساحة
الرسم الظاهرة
Zoom to fit

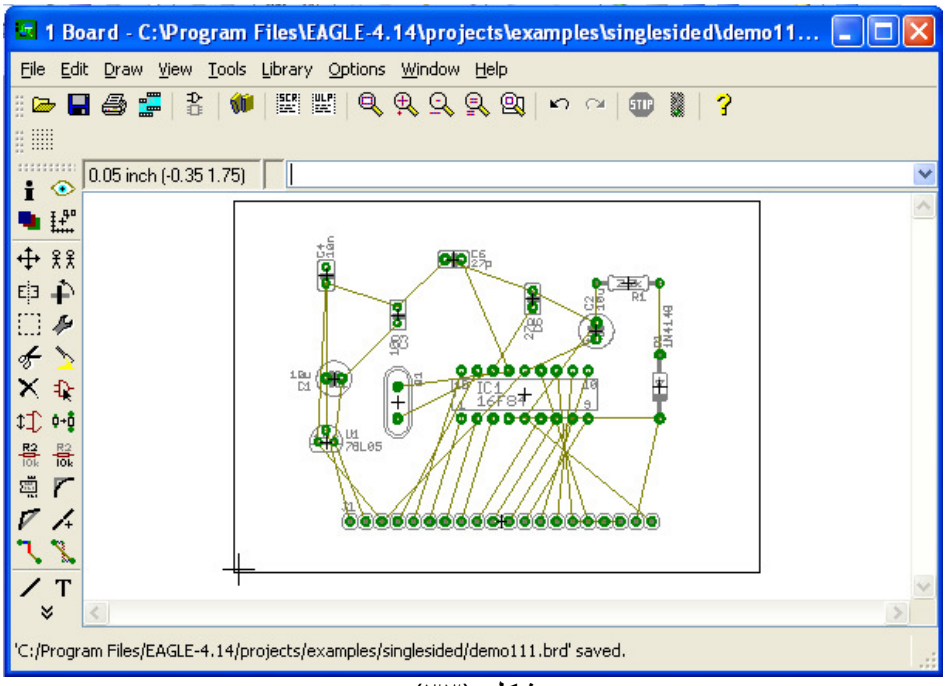
شكل (٣٠)


2 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
Angle: 0
0.05 inch (1.65 0.10)
انتر على ايقونة التحريك
ثم اذهب بالمؤشر الى
أصل العنصر و انتر
عندة فيصبح العنصر
مرتبط بالمؤشر و قم
بتحريكه حيثما
شئت
Left-click to place object

شكل (٣١)

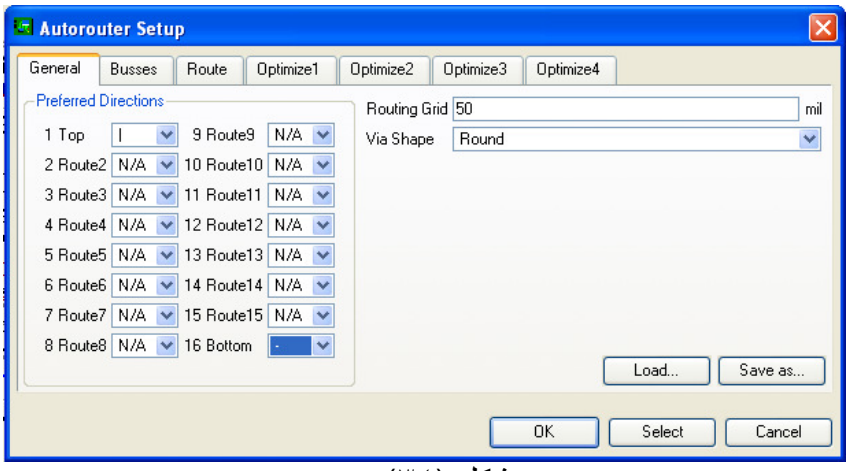

1 Board - C:\Program Files\EAGLE-4.14\projects\examples\singlesided\demo11...
File Edit Draw View Tools Library Options Window Help
Angle: 0
0.05 inch (1.30 0.50)
Left-click to select object to move

شكل (٣٢)

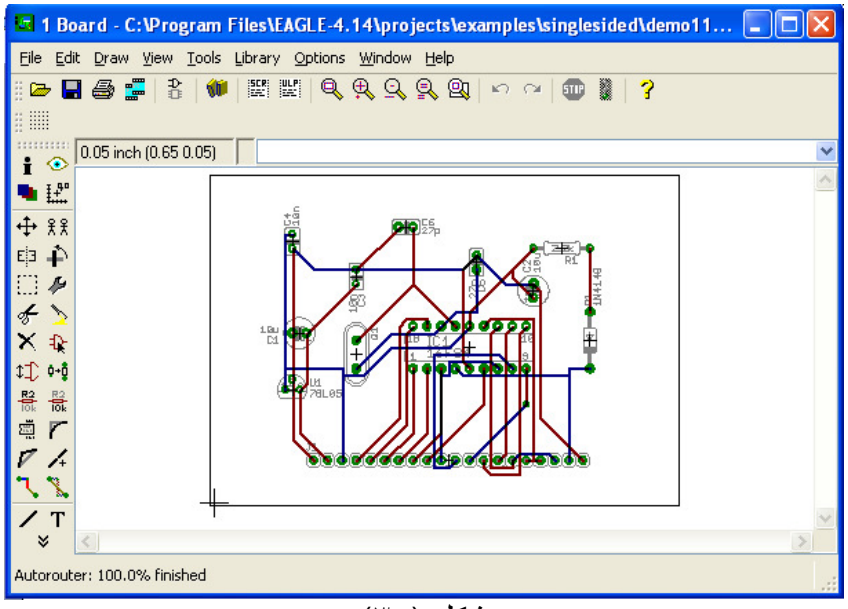


شكل (٣٣)

- اختر الأمر Auto ، سيقوم البرنامج بفتح صندوق الحوار Autorouter setup ، كما بالشكل (٣٤) الذي يحتوي على المعاملات الأساسية المستخدمة أثناء عملية توجيه التوصيل Routing . انقر الزر Ok دون أن تقوم بتغيير أى من المعاملات.
- سيبدأ موجه التوصيل بالعمل، و سيسجل في حقل التلميحات ملخصاً حول سير العملية. و عند الانتهاء يسجل في الحقل نفسه النسبة المئوية للإنجاز. إن كانت ١٠٠% ، فهذا يعني أنه أتم العمل كاملاً، انظر الشكل (٣٥) . إذا كانت النسبة أقل من ذلك، اختر الأمر Ratsnest ، و أقرأ في حقل التلميحات عدد الأسلاك الهوائية Airwire التي لم يتمكن من تحويلها إلى مسارات نحاسية. تتعلق نسبة الإنجاز بمساحة الدائرة المطبوعة وبأوضاع العناصر و معاملات توجيه التوصيل، و التي تسمى بإستراتيجية توجيه التوصيل.
- من الضروري أن تعلم أنه من الممكن مقاطعة عمل موجه التوصيل بالنقر على الأيقونة Stop الموجودة في شريط الأفعال، أو بالضغط على المفتاحين Ctrl+Break.
- سنخصص باباً لشرح خصائص موجه التوصيل الآلي بالتفصيل لما له من أهمية كبري ، و كونها تمثل الغاية الرئيسية من استخدام البرنامج.



شكل (٣٤)



شكل (٣٥)

باقي القوائم المنسدلة و هى المكتبة Library و الخيارات Option و النافذة Window و التعليمات Help يظهر بها نفس الوظائف التي تظهر في نفس القوائم في محرر الشكل التخطيطي.

٧-٥ معاني أيقونات نافذة محرر اللوح المطبوع:

سوف يعاد إعطاء نبذة مبسطة عن الأيقونات التي ذكرت سابقاً حتى يتمكن القارئ من المتابعة لأوامر نافذة محرر تخطيط لوح الدائرة المطبوعة عند فتحها مع التركيز على بعض الاختلافات في بعض الأوامر مع إضافة الأوامر الجديدة التي لم نجدها في نافذة محرر الشكل التخطيطي كما سيلي:

أيقونة طلب التزود بمعلومات حول الكائن الرسومي الّذي تم اختَيارُه.

أيقونة إبراز (بإضاءة خطوط رسم الكائن) الكائن الرسومي المطلوب اختَيارَه.

أيقونة اختيار و رفض الطبقاتَ المطلوب عرضها. العناصر على جانب قمةِ اللوح يُمْكِنُ أَنْ تختَارَ فقط إذا كانت الطبقة رقم ٢٣، tOrigins، مَعْرُوضَة. نفس الشيء يَنطبقُ على العناصر الموجودة على جانبِ قاع اللوح والطبقة رقم ٢٤، bOrigins. فقط طبقاتِ الإشارة signal layers هذه والتي تم تعَرّيَفها في إعدادِ الطبقةَ تكون موضحة. انظر الملحق لمعرفة معاني الطبقاتِ. و هناك معلومات إضافية حول الخياراتِ الأخرى لأمر العرضَ DISPLAY يُمْكِنُ أَنْ تَوْجَدَ في طلب المساعدةِ في البرنامجَ.

نقرةُ الفأرة التاليةِ تعرف نقطة الأصلِ الجديدِة لعرضِ المحور (الإحداثي). يتم إظهار المحاور (الإحداثيات) النسبية R x-value y-value و القيم القطبية polar values بالإضافة إلى الإحداثيات المطلقة في صندوق عرض الإحداثيات . إذا قمت أولاً بنْقرُ أيقونةَ العلام MARK و من ثم أيقونة إشارةِ مرور، فقط سيتم عرض قِيَم الإحداثيات المُطلقة مرة ثانيةً.

أيقونة تحرّيكْ أيّ كائن رسومي مرئي. الضغط على الزرُّ الأيمن للفأرة يعمل على إدارة أو دوران الكائن. إذا قمت بتحرّيكُ نقطة توصيل net على طرف دبوسي، فإنه لا يوجد اتصال كهربائيَ سَيُؤسّسُ. إذا قمت بتُحرّيكُ الطرف الدبّوسَي لبوابة إلكترونية على نقطة توصيل net أخرى، فإنه سينشأ نقطة اتصال كهربائي net .

لتَحريك مجموعة من الكائنات الرسومية: عرّفُ المجموعةُ بالأمر GROUP، أنقر أيقونةَ التحرّيكَ MOVE، ثمّ اختَرُ المجموعةَ بزر الفأرة الأيمن و حركه إلى الموقع المطلوبِ. يمكن أيضاً استخدام الزرّ الأيمن للفأرِة لَدوران المجموعة بمقدار ٩٠ درجةِ.

COPY إيقونة القيام بنسخ أجزاء و كائنات رسومية أخرى .

MIRROR أيقونة استنساخ كائن رسومي على محور جانبي لكائن رسومي آخر

ROTATE أيقونة دوران الكائنات الرسومية بمقدار ٩٠ درجة للنقرة الواحدة. دوران الكائنات الرسومية (محتملة أيضاً بالأمر MOVE). احتفظ بالزر الأيسر للفأرة منضغطاً لإدارة الكائن الرسومي المختار بواسطة تحريك الفأرة. يوضح شريط أدوات المعاملات الزاوية الحالية. هذا يُمْكِنُ عمله بالمجموعاتِ (الأمر GROUP والزرّ الأيمن للفأرِة) أيضاً. بدلا من ذلك قم بكتابة الزاويةُ في صندوقِ الزاويةَ أَو في نافذة كتابة الأمر. تفاصيل أكثر يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ في وظيفةِ طلب المساعدةَ.

GROUP أيقونة تعريف المجموعة التي يُمْكِنُ تحريكها، أَو إدارتها أو نسخها (بالأمر قص CUT ولصق PASTE) إلى رسمة أخرى. بعد نقر الأيقونةِ، يمكننا تعريف مجموعة بمستطيل و ذلك بواسطة الاحتفاظ بزرِّ الفأرِة اليسارِ مضغوطا لأسفل وسْحبُ المؤشّر إلى الزاويةِ الركنية المقابلة للمستطيلِ. إذا أردْتَ تَعريف المجموعة بواسطة المضلّع polygon، استعملُ الزرَّ اليسارِ للفأرة لتحديد أركان المضلع. ثم انقر زرّ الفأرِة الأيمن لغلقْ المضلّعَ.

لِكي تكُونَ متأكّداً بأن كُلّ العناصر المختارَة تم عرض Display all كل الطبقات قبل ذلك.

CHANGE أيقونة القيام بتغيير خواصَ الكائن الرسومي، ومثال على ذلك:-عرض الخَطّ، تغيير التغليف أو مقاس النص. شاهدْ طلب المساعدةً للتفاصيلِ. إذا تم ضغط مفتاحِ الخروجَ Esc بعد تَغْيير الخاصية، فإن قائمة القيمة المستخدمة

سابقاً سَتَظْهرُ. بهذه الطريقة فإن قيمة جديدة يُمكنُ أَنْ تَكُونَ مختارة بشكل ملائم. راجع صفحات المساعدةَ .

أيقونة القيام بنقل الكائنات الرسومية للمجموعة المعرفة سابقاً إلى حاجز اللصق paste buffer . انظر إلى أمر اللصق PASTE . لَيسَ مماثلَ لوظيفةِ القص في النوافذَ.

أيقونة إدخال الكائنات الرسومية مِنْ حاجزِ اللصق إلى الرسم. القيود: انظر طلب المساعدة. لَيسَ مماثلَ لوظيفةِ اللصق في النوافذَ.

أيقونة حذفْ الكائنات الرسومية المرئيةَ. أيضاً بالتمازج مع أمر المجموعةِ GROUP. إذا تم تعريف مجموعة، فإنها يُمْكِنُ أَنْ تحْذَفَ بزرِّ الفأرِ الأيمن. احذف الإشاراتَ DELETE SIGNALS تَمْحو كُلّ الإشارات في التخطيطِ للوح، مزوّدَة بأنه ليس هناك وصلات مَفْتُوحة في الشكل التخطيطي. يقوم الأمر Delete بحْذفُ كامل المضلّعِ عند النَقْر على سلك المضلّعِ بضغط مفتاح الإزاحة Shift . حافظ على إبْقاء مفتاحِ التحكم Ctrl مضغوطاً بينما انَقْر على انحناء السلكِ سَتَحْذفُ الانحناء. أي اتصال مباشر جديد بين الانحناءات التالية سَتَكُونُ مرسومة الآن. إذا لم نستطع حذف كائنات رسومية، فإن السبب يُمْكِنُ أَنْ يَتوقّفَ على خطأ المضلّعاتِ المنسوب إلى أمر DRC . ويُمْكِنُ أَنْ يُحْذَفوا بالأمر(ERRORS (ERRORS CLEAR. إذا لم تظهر الطبقةِ رقم ٢٣، tOrigins، أَو ٢٤، bOrigins، فإن العناصر لا يمكن حذفها.

أيقونة إضافة عناصرَ من المكتبةِ إلى الرسم. وظيفة البحثِ search تُساعدُ على إيجاد العناصر من خلال المكتبة بسرعة. الأمر USE يحدّدُ أيّ المكتبات متوفرة.

أيقونة مبادلة إشارتين متصلتين إلى الأطراف الدبوسِية المكافئة للعنصر الواحد، مزودة الأطراف الدبوسية المعرفة بنفس مستوى المبادلة swaplevel.

REPLACE أيقونة استبدال تغليف عنصر بتغليف آخر مِنْ أيّ مكتبة. هذا مسموح بـه لطالما تَعْملُ في تخطيط لوح الدائرة المطبوعة التي تكون غير موصولة مع أى شكل تخطيطي عن طريق التذييل الأمامي & الخلفي. في تلك الحالةِ يَجِبُ أَنْ يَستعملَ الأمر CHANGE PACKAGE لكي تُغيّرَ بين الأغلفة المختلفة.

NAME أيقونة القيام بإعطاء أسماءَ إلى العناصر، الإشارات Signals، أَو نقط العبور VIA

VALUE أيقونة القيام بتزويد العناصر بقيمها. تأخذ الدوائر التكاملية عادة النوع (ومثال على ذلك: - 7400) كقيم لها.

SMASH أيقونة القيام بفصل نص الاسم والقيم مِنْ العنصر، لكي يُمْكِنُ أَنْ يُوْضَعا بشكل منفرد. كما يمكن تغيير مقاس حروف و أرقام هذه النصوصِ بشكل منفرد. أيضاً بالتمازج مع الأمر مجموعة GROUP. إذا تم تعريف مجموعة، يُمْكِنُك أَنْ تُنفرد بها بالضغط على الزر الأيمن للفأرة.

حافظ على مفتاحَ Shift مضَغوطَاً بينما استعمل الأمر Smash لإلغاء الانفراد بالنصوصَ. حيث يعتبروا لَيسوا قابلين للتحرير editable أكثر ويَظْهرونَ في المواضع الأصلية بعد إنعاش النافذة.

MITER أيقونة دوران نقط أو أركان توصيل السلك (محتملة أيضاً لمخططات المضلّع Polygon contours). تحدد درجةَ mitering بنصفِ قطر الدوران. تُؤدّي الإشارةُ الإيجابية إلى الدوّران للخارج أما الإشارةَ السلبيةَ فهي تعبر عن الدوران للداخل. قد يُؤثّرُ نصفُ قطر الدوران على بَعْض انحناءات السلكِ، بدرجة كبيرة (راجع وظيفةَ طلب المساعدةِ: SET, Wire Bend).

SPLIT أيقونة إدخال زاويةً إلى سلك Wire .

. أيقونة القيام برْبطُ قطاعات السلك في طبقة التغذية signal layer التي تَقع في خَطٍّ مستقيمٍ واحد.

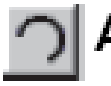
أيقونة التوجيه لمسارات التغذية يدوياً. يتم تحويل الخطوط الهوائية Airwires إلى أسلاكِ.

أيقونة تحويل الأسلاكَ (مسارات tracks) الموجهة إلى خطوط تغذية signals غير موجهة (airwires). تغيير عرض المضلعات المَمْلُوءِة (مَحْسُوبة) شكل خارجي outline view.

أيقونة رسم الخطوط و الأقواس. إذا كان مستعملِ في الطبقاتِ من ١ إلى ١٦، فإن الأمر WIRE يقوم بإنشاء توصيلات كهربائيةُ. معامل الأسلوبَ style (CHANGE parameter يحدد نوعَ الخَطِّ. الأمر DRC وAutorouter دائماً يعالج السلك WIRE كخَطّ مستمر، مهملاً نوع الأسلوبِ المستعملُ. النَقْر على الزرِّ الأيمن للفأرة يؤدي إلى تغيير انحناء السلكَ (SET WIRE_BEND). رجاءً لاحظْ الخواصَ بالتمازج مع مفتاح التحكم Ctrl ومفتاح الإزاحة Shift في وظيفةِ طلب المساعدةَ.

أيقونة وَضْع النَصِّ. استخدم CHANGE SIZE لتَعديل ارتفاع النَصِّ. إذا كان المستخدم في النَصّ الخطّ الموجهِ vector font، فإن نسبة التغيير CHANGE RATIO سَتُعدّلُ السُمكَ. تغييرِ النص CHANGE TEXT يُستَعملُ لتَعديل النَصِّ نفسه. تغييرِ الخط CHANGE FONT يُعدّلُ الخطّ typeface. الخيار الدائم هو الخطِّ الموجهِ vector font (Options/User Interface)يوضح و يطْبعُ كُلّ النصوص بخطِّ الموجهِ، بغض النظر عن أى خطّ يُعد لنَصّ معيّن. يُوصي بقوة لكِتابَة النصوصِ في الطبقاتِ النحاسيةِ كخطّ موجهِ! لذا يُمكنُك أَنْ تَكُونَ متأكّد بأن ناتجِ معالجِ CAM مماثلُ للنص الموضح على محرر تخطيط لوح الدائرة المطبوعة. شاهدْ أيضاً وظيفةَ طلب المساعدةِ.

أيقونة رسمْ دائرة هندسية. هذا الأمر ينشيء مناطق محظورة للموجه الآلي Autorouter إذا استخدم في الطبقات ٤١، ٤٢ bRestrict tRestrict ,، أو ٤٣، vRestrict. الدوائر الهندسية بعرضِ خطوط = ٠ يتم رسمه كدوائر ممتلئة.



أيقونة رسم قوس (محتمل أيضاً رسمه بالسلكِ WIRE). تُعرّفُ CHANGE CAP FLAT | ROUND نهايات القوس فإما أن تكون دورانية أو مستقيمة .

أيقونة رسم مستطيل. هذا الأمر ينشىء مناطق محظورة للموجه الآلي Autorouter إذا استخدم في الطبقات ٤١، bRestrict ,42 ,tRestrict، أو ٤٣، vRestrict

أيقونة رسم مضلّع (مناطق نحاسية في أيّ شكل). المضلّعات في طبقاتِ التغذية signal layers يتم علاجها كخطوط تغذية signals . و يظلوا قابلين لضبط المسافة إلى الكائنات الرسومية نسبة إلى خطوط التغذية الأخرى (صب النحاس copper pouring ، ملء الفيضانِ flood fill). هذا يُمكّنُك لإدْراك مناطقِ تغذية أخرى على نفس الطبقة. الأمر POLYGON المضلّعَ ينشىء المناطق المحظورةَ لموجه الآلي Autorouter إذا استخدم في الطبقاتِ bRestrict , tRestrict، أو vRestrict، للإمكانياتِ الأخرى مِنْ الأمر المضلّعَ POLYGON انظر طلب المساعدةً.

أيقونة وضع فتحة أو ثقب العبور Vias. يتم وضع ثقب العبور آلياً إذا تم تغيير الطبقةِ أثناء توجيه المسارات آلياً ROUTE. يُمْكِنُك أَنْ تُخصّصَ ثقب عبور إلى خط تغذية بالأمر NAME بتَغيير اسمُه إلى اسمِ خط التغذية.

أيقونة التعريف اليدوي لخط التغذية . هذه الخاصية لَيسَت ممكنة إذا كانت الملاحظات التفسيرية للأمام & الخلف نشيطُة. في تلك الحالةِ يَجِبُ أَنْ تُعرّفَ الاتصال بالأمر NET في محرّرِ الشكل التخطيطي.

أيقونة تعريف ثقب التثبيت .

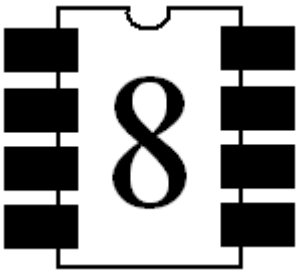
أيقونة القيام بحسابْ أقصر الخطوط الهوائية airwires وإظهار النمط الحقيقي (مَمْلُوء) للمضلّعات. حساب المضلّعَ يُمْكِنُ أَنْ يُعطّلَ بالأمر SET (Options/Set/Misc). هذا الأمر سَيتم تُنفّيذُه آلياً لخطوط التغذية المختارةِ أثناء رسم سلك بالأمر ROUTE.

أيقونة بدء تشغيل الموجه الآلي.

أيقونة تعريف قواعدَ التصميمِ وأدّاء فحص قاعدةِ تصميمِ.

أيقونة بيان أخطاء تم كشفها مِن قِبل DRC والتخلص من أخطاء المضلّعات.

أيقونة القيام بأداء فحص القاعدةِ الكهربائيةِ وفحص اتساق الشكل التخطيطي واللوح.



الموجه الآلي لمسارات اللوح النحاسية Autorouter

٨-١ المميزات الأساسية Basic Features

- استخدام أيّ شبكةِ بيانية للتوجيه (أدنى قيمة 0.02 مليمتر)
- استخدام أيّ شبكة بيانية لتنسيب (لإدراج) وضع الأجزاء (أدنى قيمة 0.1 ميكرون)
- توجيه مسارات العناصر السطحية على كلا الجانبين
- اعتبار منطقة الرسم كاملةِ منطقةَ للتوجيه (الذاكرة الكافية متوفرةُ)
- تحديد إستراتيجية العمل عن طريق معاملات التحكم
- التوجيه الآني لأصناف إشارات مُخْتَلِفةِ مع أعراض مختلفة للمسارِ النحاسي وأدنى خلوص
- استخدام مجموعة معلومات مشتركة (قواعد تصميمِ) لفحص قواعد التصميمَ والتوجيه الآليAutorouter
- قابلية التعامل مع التعدد للطبقات (حتى ١٦ طبقةِ يُمْكِنُ توجيه المسارات فيهاَ بشكل آني، ولَيسَ فقط في أزواجِ)
- دعم كامل بنقط العبور المستورة و المدفونة
- تحديد اتجاه المسارِ المُفَضَّلِ بشكل مستقل لكُلّ طبقة: الأفقي والعمودي،و بزوايا ١٣٥/٤٥ درجة (مهمة للطبقات الداخلية بشكل خاص!)
- التحويل (الإزالة) Ripup وإعادة البناء retry تتم بنسبة ١٠٠ % من إستراتيجية التوجيه
- تحقيقَ المثالية بتَخفيض نقط العبور vias وصْقلُ المسارِ
- لا يتم تغيير المسارات سابقة التوجيه

٨-٢ ماذا تتوقع من الموجه الآلي Autorouter:

من المفروض أنّ يقوم الموجه الآلي لبرنامج EAGLE بعملية التوجيه بنسبة ١٠٠ % توجيه. وهذا يَعْني أن الدوائر الإلكترونية الممكنة التوصيل نظرياً من المفروض أن يتم توجيه توصيلاتها عمليا بشكل كامل أى بنسبة ١٠٠ % توجيه بواسطة موجه التوصيل الآلي Autorouter،- وهذا يعتبر من القيود الهامة جداً –حيث يستهلك الموجه الآلي Autorouter الوقت الذي يحتاجه و هو في الغالب غير محدودُ . وهذا القيدِ صالح لكُلّ من الموجهات الآلية. على أية حال، عملياً، لا يمكن استهلاك وقت طويل، ولذا فإن بَعْض الألواحِ لَنْ تَكُونَ كاملة التوجيه لمسارات دوائرها بشكل كامل حتى بواسطة ١٠٠% منَ الموجهات.

تبنى نظرية الموجه الآلي Autorouter لبرنامج EAGLE على خوارزمية الإزالة وإعادة البناء ripup/retry. فطالما لم يَستطيعُ الموجه توصيل مسار، فإنه يقوم بإزالة مساراتَ سبق توجيهها (ripup) ويُحاولُ إعادة تنفيذها مرة ثانيةً (retry) وصولاً لحل مشكلة عدم التوصيل التي قابلته . و يطلق على عدد المساراتِ التي ربما تزال خلال هذه المحاولة " عمق الإزالة ripup depth " و هو الأمر الحاسم في سرعةِ ونتيجةِ توجيه مسارات التوصيل وهذا هو القيد المشار إليه آنفا.

و ليس من المستحب أن يقوم الموجه الآلي Autorouter بإنتاج الألواح الجاهزة بالكامل بدون أى مساعدة يدوية. حيث يجب أن يساهم القائم بالتصميم بأفكاره ويستثمرُ بَعْضِ طاقاته و إمكانيات البرنامج ذاته. فإذا فعل ذلك،فإن الموجه الآلي Autorouter سَيَكُونُ أداة ثمينة تقوم بأداء مهمتها في وقت مثالي .

يَتطلّبُ العَمَل بالموجه الآلي Autorouter لبرنامج EAGLE بأنّ يقوم المستعملَ بوضِعُ العناصر الإلكترونية و الأجزاء وإعداد معاملات التحكم التي تُؤثّر على إستراتيجية التوجيه . هذه المعاملات يجب أنْ تعد بعناية إذا تتطلب ذلك انجاز أفضل النَتائِجِ. و سوف يتم وصف ذلك بالتفصيل في هذا الجزء.

٨-٣ التحكم في الموجه الآلي Autorouter :

يتم التحكم في الموجه الآلي بعدد مِنْ المعاملات parameters. وتعتبر القِيَم الحالية في قواعد التصميم، وفئات نقط التوصيل الشبكية net classes و معاملات parameters خاصة للتحكم في الموجه جميعها لها تأثير.

تُحدّدُ قواعدُ التصميمَ أدنى خلوص (أوامر DRC التي تقوم بإعداد الخلوص Clearance والمسافة Distance)، وقطرِ نقطة العبور (إعداد الطوق النحاسي Restring) و فتحة الثقب لنقاط العبور vias (إعداد المقاسات Sizes). و يحدد أيضاً العرض الأدنى للمسارِ

.

إنّ فئات نقط التوصيل الشبكية - إذا تم تعريف أى منها - يُحدّدُ أدنى خلوص خاصّ، وأعراض المسارِ وأقطارِ الفتحة لنقاط العبور vias التي تحمل إشاراتَ معيّنةَ.

هناك أيضاً مدى لعواملِ الكلفة الخاصّةِ ومعاملات parameters التحكم التي يُمْكِنُ أَنْ تتغيّرَ عن طريق قائمةِ الموجه الآلي Autorouter. كل هذا يُؤثّر على التوجيه للمسارات أثناء التوجيه الآلي. و هناك قِيَم أصلية (قياسية) مجهّزة بالبرنامج. فنجد أنّ معاملات parameters التحكم قد تم تسجيلها في ملفِ BRD عندما تم تسجيل تخطيط اللوح. يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تُسجل هذه القِيَم في ملفِ التحكم للموجه الآلي Autorouter ذو الامتداد (.ctl*). حيث يَسْمحُ هذَا لإعداد معيّن مِنْ المعاملات parameters ليستعمل في تخطيطات ألواح مختلفةِ فيما بعد. لا تعتبر قواعد التصميمِ ولا بيانات الفئات لنقط التوصيل الشبكية المُخْتَلِفةِ جزء من ملفِ التحكم.

أي عملية توجيه تَتضمّنُ عدد مِنْ الخطواتِ الأساسيةِ المنفصلةِ:

٨-٣-١ موجه المسار العمومي Bus Router :

عادة موجه المسار العموميَ هو الممر الأولُ. و ربما تَكُون هذه الخطوةِ مَحْذُوفة. المسارات العمومية Busses، كما هو مفهوم من قبل الموجه الآلي Autorouter، هى عبارة عن توصيلات يُمكنُ أَنْ توضع فقط كخطوط مستقيمة في اتجاه x أَو y مَع بضعة انحرافات. المسارات العمومية Busses يتم توجيهها فقط إذا كان هناك طبقة تملك الاتجاه المفضل preferred direction و المناسب . يَأْخذُ موجه المسارُ العمومي فقط تلك الإشاراتِ في الاعتبار التي تنسب إلى فئة نقطة التوصيل الشبكية التي تساوي ٠.

٨-٣-٢ المرور الموجه للمسارات Routing Pass:

إنّ المرور الفعلي لتوجيه المسارات يتم بالفعل، باستعمال معاملات parameters تجعل التوجيه بنسبة١٠٠ % بقدر الإمكان. أي عدد كبير لنقط العبور vias مسموح به عن قصد لتَفادي المسارات التي تصبحُ مسدودةً.

٨-٣-٣ تحقيق المثالية Optimization:

بعد خطوة التوجيه الرئيسية لتوجيه المسارات،فإن أيّ عدد من الإمرار الأمثل يُمكنُ أنْ يتم. إنّ الإعداد الأمثل للمعاملات يؤدي إلى إزالة نقط العبور vias الزائدة عن الحاجة و صقلْ طرقَ المسارَ. في المرور الأمثل يتم إزَالة المسارات وإعادة توجيهها على انفراد. و يؤدي هذا، على أية حال، إلى درجة أعلى من التوجيه، حيث أن هذا ممكن للممرات الجديدة لكى تتُحرّرُ بواسطة الممر الذي تم تغييره لهذا المسار .

يجب أنْ يُحدّدَ عدد المرور الأمثل قبل بَدْء التوجيه الآلي Autorouter. فلَيسَ من الممكن الوصول للمثالية في مرحلة تالية. فبمجرد اكتمال وظيفة التوجيه كُلّ المسارات تعتبر سابقة التوجيه ، و ربما لا يمكن تغييرها .

أيّ مِنْ الخطواتِ التي تم ذكرها سابقاً قَدْ تنشّطُ مُنفصلةً أَو تعَطَّل.

٨-٤ ما الذي يجب تعريفه قبل بدء التوجيه الآلي :

٨-٤-١ قواعد التصميم Design Rules :

مَنْ الضَّرُوري تُحدّيدَ قواعد التصميمَ بموجب درجة تعقيد لوح الدائرة المطبوعة وطبقاً لوسائلِ التصنيع المتوفرةَ. سَوف تجد وصف الخطوات ومعاني المعاملات الفردِية في جزئية تَحديد قواعد التصميمِ على صفحةِ ٩٥.

٨-٤-٢ عرض المسارِ و فئات الوصلات الشبكية

Track Width and Net Classes :

إذا لم تكن قد قمت بتعريف فئات نقط التوصيل الشبكية المُخْتَلِفةَ في الدائرة التخطيطية فإنه الآن لديك الفرصةُ، قبل تشغيل الموجه الآلي Autorouter، لتَحديد سواء الإشارات المعيّنة التي سَتُوْضَعُ باستعمال أعراض خاصة للمسارِ، كما يجب أن نلاحظ الخلوص المحدد، أَو أقطار الثقب المستخدمة لنقط العبور لإشارات معينة.

إذا لم يكن هناك فئات نقط توصيل شبكية خاصّةَ مُعَرَّفة، فإنه يجب تطبيق القِيَم مِنْ قواعدِ التصميمَ. القيمةَ الدنيا للعرض في جدول المقاسات Sizes tab تحدد عرض المسارَ، القِيَم لأدنى خلوص / مسافة مَأْخُوذة مِنْ جداول المسافةَ والخلوص

Clearance and Distance tabs . يتم تعريف قطرَ نقط العبور vias من القِيَمِ الموجودة في Restring tab. هَلْ قمت بإعداد قِيَمَ في قواعد التصميمِ حول فئات نقطَ التوصيل الشبكية؟ في هذه الحالةِ يَستعملُ الموجه الآلي Autorouter القيمة الأعلى.

٨-٤-٣ الشبكة البيانية Grid :

تقوم قواعدُ التصميمَ بتحديد الشبكةَ البيانية لتوجيه المسارات و تنسيب العناصر (الإدراج أو الإدخال للعناصر). الحَدّ الأدنى لشبكة التوجيه ٠.٠٢ مليمترُ، حيث يساوى حوالي ٠.٨ mil

توافق الشبكة البيانية مع الكائنات الرسومية (الوسائد و نقاط العبور) الساقطة عليها يعني أن نقط الأصل لهذه الكائنات الرسومية تقع على خطوط تقسيم و تقاطعات الشبكة البيانية . و وقوع نقط الأصل لهذه الكائنات الرسومية بين خطوط الشبكة البيانية يعني عدم توافقها مع قيم الشبكة المختارة.

٨-٤-٤ الشبكة البيانية للتنسيب : Placement Grid

بالرغم من أن الموجه الآلي Autorouter يَسْمحُ باستخدام أيّ شبكة تنسيبِ، إلا أنها لَيسَت الفكرة الجيدة لوَضْع العناصر على شبكة بيانية دقيقة جداً ، إذا كانت كذلك. و يفضل استخدام القاعدتين التاليتين كمقياس لهذه الحالة:

- شبكة التنسيب لا يَجِبُ أَنْ تَكُونَ أدق مِنْ شبكةِ التوجيه.
- إذا كانت شبكةِ التنسيب أكبرُ مِنْ شبكةِ التوجيه، فإنه يَجِبُ أَنْ تكُونَ أكبر بمضاعفات صحيحة مِنْ شبكةِ التوجيه. أو تأخذ الصيغة التالية:

Placement Grid size = N * Routing Grid Size

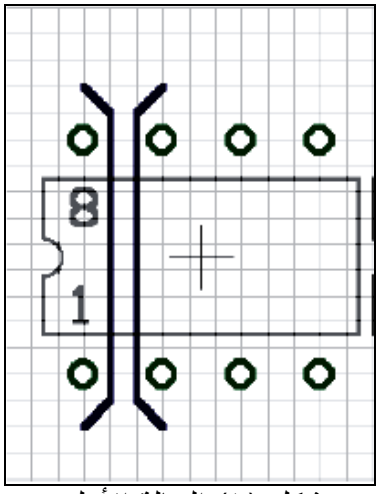
حيث N = 1,2,3,...

و يظهر تأثير هاتان القاعدتان بشكل واضح إذا أخذتا في الاعتبار. و يمكن اعتماداً على قواعد التصميم –مثل عرض المسار و البعد بين الكائنات الرسومية المختلفة كالمسارات و نقاط اللحام ....الخ-أن يتم تمرير مسارين بين نقطتي لحام بدلاً من مسار واحد فقط في حالة الإخلال بالقاعدتين المذكورتين. وتوضح الأشكال التالية الحالات المختلفة عند توجيه المسارات بين نقاط اللحام .

الحالة الأولى :

تم إدراج أو تنسيب نقاط اللحام على شبكة التوجيه (واضح التوافق بينهما بتطابق نقطة الأصل origin للكائنات الرسومية (الوسائد) مع خطوط و تقاطعات الشبكة

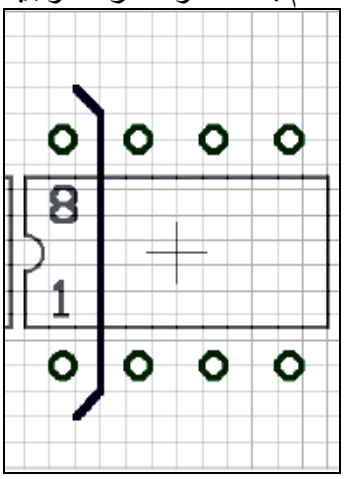
البيانية) و بالتالي أصبح من الممكن توجيه مسارين اثنين بين نقطتي لحام ، شكل (١).



شكل (١) الحالة الأولى

الحالة الثانية:

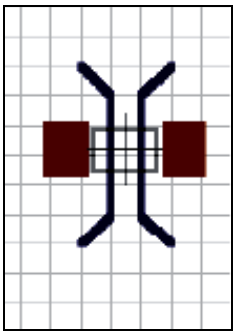
تم إدراج أو تنسيب نقاط اللحام على شبكة التوجيه (واضح عدم التوافق بينهما لعدم تطابق نقطة الأصل للكائنات الرسومية (نقاط اللحام-الوسائد) مع خطوط وتقاطعات الشبكة البيانية و وقوع الكائنات الرسومية بين خطوط الشبكة) وبالتالي أصبح مرور مسار واحد فقط بين نقطتي لحام بالكاد هو مقدرة التوجيه في هذه الحالة ، شكل (٢).



شكل (٢) الحالة الثانية

الحالة الثالثة :

يستثنى من هذه القاعدة العناصر السطحية SMD ،فإن نقاط لحام العناصر السطحية الموضوعة بين خطوط شبكة التوجيه تسمح بمرور مسار واحد . ولو قمنا بإدراجها على الشبكة فلن نتمكن من تمرير المسارات بينها، لأنها تحتاج إلى مسافة أكبر بينها وبين المسارات مما تحتاجه نقاط اللحام ، شكل (٣).



شكل (٣) الحالة الثالثة

٨-٤-٥ الشبكة البيانية للتوجيه Routing Grid :

الشبكة البيانية للموجه الآلي Autorouter يَجِبُ أَنْ توضع بالأمر AUTO من قائمةَ الإعدادِ (الشبكةِ البيانية للتوجيه Routing Grid). هذه لَيستْ تماماً مثل الشبكة البيانية المستعملة حالياً في نافذة محرّرِ تخطيطِ اللوح التي تم اختيارها بالأمر GRID.

خُذْ في الاعتبار بأنّه في حالة شبكةِ التوجيه، يَزِيدُ مطلبُ الوقتَ تصاعدياً (في حالة تنفيذ التوجيه) مع زيادة درجة التحليل resolution أي مع زيادة دقة الشبكة. لذا اختر الشبكة الكبيرة المسافات البينية أي الأقل دقة بقدر الإمكان. إنّ السؤالَ الرئيسيَ الذي يترادف للذهن عند تنفيذ أغلب ألواحِ الدوائر الإلكترونية هو كم عدد المساراتُ التي يمكن أن تُوْضَعُ بين الأطراف الدبوسِية لأي دائرة متكاملة . للإجابة على هذا السؤالِ، يجب أخذ قواعد التصميم المختارة (وبمعنى آخر:. المباعدة الدنيا بين المساراتِ و الوسائد أَو المسارات الأخرى) بالطبع أيضاً في الاعتبار.

و تكون النتيجةَ:
الشبكتان البيانيتان يجب أنْ يختَارا لكي تقع وسائد العنصر على شبكةِ التوجيه.

هناك بالطبع استثناءات، مثل ما هو موجود في العناصر السطحية حيث ربما يطبق العكس، يعني ذلك أن أي موقع خارج أدلّةِ (خطوط) الشبكةِ البيانية للتوجيه يقود إلى

أفضل النَتائِج. على أية حال اختيار الشبكةِ البيانية يَجِبُ أَنْ يَكُونَ بعناية على ضوء قواعد التصميمُ ومباعدة الوسائد.

عندما تختارُ الشبكةَ البيانية، رجاءً تأكد أيضاً أنّ كُلّ وسادة تَغطّي على الأقل نقطة شبكةِ واحدة. ما عدا ذلك فإنَّهُ يُمْكِنُ أَنْ يَحْدثَ أن الموجه الآلي Autorouter يكون غير قادر على توجيه إشارة، بالرغم من أنَّ هناك فضاء كاف لتَوجيهها. في هذه الحالةِ يُصدرُ الموجه الآلي Autorouter الرسالة Unreachable SMD at xy العنصر السطحي بعيد المنال في x y كلما بدأ. المعاملات x وy يُحدّدُان موقعَ وسادةِ العنصر السطحي .

إنّ القيمةَ الأصليةَ (القياسية) لشبكةِ التوجيه هى ٥٠ mil. هذه القيمةِ كافيةُ لمخططاتِ اللوح المثقوبةِ through-hole layouts البسيطةِ. بينما العَمَل مع متطلبات العناصر السطحية يتطلب شبكة توجيه أدقِ. والقِيَم العادية التي تفي بهذا الغرض هى ٢٥، ١٢.٥، ١٠، أو ٥ mil.

رجاءً تذكّرْ أنّ القِيَمِ الأدقِ للشبكة تَتطلّبُ ذاكرة توجيه أكبر.

٨-٤-٦ متطلب الذاكرةِ Memory Requirement :

كمية ذاكرة التوجيه مطلوبة و تَعتمدَ في المركز الأول على شبكة التوجيه المختارةِ، ومساحة اللوح وعددِ طبقات الإشارةِ التي سيتم التوجيه فيها.

متطلب الذاكرةِ الإستاتيكية static memory (في حيز bytes) للوح يُمْكِنُ أَنْ تُحْسَبَ كالتّالي:

```
number of grid points x number of signal layers x 2
```

لاحظ أن طبقة التغذية المتولدة بإعْطاء الاسم الملائم ($name) لا يَحتلُّ أيّ ذاكرة موجه آلي autorouting. من الناحية الأخرى، طبقة التَغذية التي أنشئت بواسطة مضلع أو أكثر من مضلّع يَستهلكُ نفس قدر ذاكرةِ التوجيه كأيّ طبقة إشارة أخرى.

الفضاء مطلوب أيضاً للبياناتِ الديناميكيةِ، بالإضافة إلى متطلب الذاكرةَ الإستاتيكية. تَتطلّبُ البياناتُ الديناميكيةُ في تقدير أوّلي جداً حوالي ١٠ % حتى ١٠٠ % (في بَعْض الحالاتِ لدرجة أكبر!) من القيمةِ الإستاتيكية. هذا يَعتمدُ بشدّة على تخطيطِ اللوح. متطلب الذاكرةِ الكليِّ (تقدير تقريبي):

```
static memory x (1.1..2,0) [bytes]
```

و هذا يتطلب المزيد من RAM خالياً قبل بَدْء الموجه الآلي Autorouter. إذا كان هذا غير كافي، فإن الموجه الآلي Autorouter يَجِبُ أَنْ يَخْزنَ البياناتَ على القرص الصلبِ. وهذا يُطيلُ وقتُ التوجيه جداً، ويَجِبُ أَنْ يُتفادى التكلفة على الإطلاق. المداخل القصيرة إلى القرص الصلبِ تكون طبيعية، حيث أن ملفِ الشغلَ job file على القرص الصلبَ يُجدّدُ بانتظام.

حاولْ اختيار شبكةِ التوجيه الأقل دقة. فإن هذا يُوفّرُ مساحة الذاكرةِ و زمن التوجيه!

٨-٤-٧ الطبقة Layer :

إذا أردت تَصميم لوح ثنائي الجوانب،قم باختيار الطبقتين الخارجيتين : القمةً Top والقاعَ Bottom كطبقتي توجيه . يَجِبُ أَنْ تَستعملَ الطبقةَ السفليةَ Bottom فقط للوح أحادي الجانب. في حالة الحاجة لاستخدام الطبقات الداخلية inner layers، نجد أنه من المفيد استعمال الطبقاتِ مِنْ الخارج إلى الداخل، وبمعنى آخر: أن تبدأ بالطبقتين ٢ و ١٥ ثم الطبقتين ٣ و ١٤ .....الخ .

الطبقات الداخلية يتم تُحوّيلُها إلى طبقات تغذية إذا تم تبديل أسمائها إلى $name، حيث أنَّ الاسم name يعتبر أسم إشارة صالح. هذه الطبقاتِ لَمْ توجه مساراتها. طبقات التغذية بأكثر مِنْ إشارة واحدة يُمْكِنُ أَنْ تُنفذ بالمضلّعاتِ. هذه الطبقاتِ تَم علاجها كطبقاتَ إشارة عادية.

في حالة الألواح المعقّدة جداً الغير محددة حيث يُمْكِنُها التوصيل بالأسلاك على الجانبين، فإنه من المفيد تَعريفها كألواح متعدّدة الطبقات، وإعداد الكلفِة العاليةِ جداً للطبقاتِ الداخليةِ. هذا سَوف يُجعل الموجه الآلي Autorouter يَتفادى الطبقاتَ الداخلَية ويضْع العديد مِنْ التوصيلات كلما أمكن ذلك في الطبقاتِ الخارجيةِ. ويُمْكِنُه أَنْ يَستعملُ ، على أية حال، الطبقة الداخلية عند الضرورة.

هذه الإعدادات تتم في قائمةِ الموجه الآلي Autorouter .
يقوم الموجه الآلي autorouter ببيان الرسالة

Unreachable smd in layer ...

، إذا كانت الطبقة التي تحتوي smds لَيسَت نشيطَة. قم بالنَقْر على OK ليبدأ الموجه autorouter على الرغم من هذا. إذا أردت تَغيير الإعداد للموجه الآلي قم بالنقر على الإلغاء Cancel.

٨-٤-٨ الاتجاهات المُفَضَّلة Preferred Directions :

في الطبقتين الخارجيتين ، الاتجاهات المُفَضَّلة توضع عند ٩٠ درجة عادة مع بعضهم البعض. للطبقاتِ الداخليةِ قَدْ يكُون من المفيدَ اختيار الزوايا ٤٥ و ١٣٥ درجة لتَلبية الحاجة إلى التوصيلات القطريّةِ. و كقاعدة عامة قبل وضع الاتجاه المُفَضَّل من المستحسن فَحْص اللوح (مستنداً على الخطوط الهوائية airwires) لرُؤية ما إذا كان هناك اتجاه واحد يَعطي ميزة من أجل جانب مُعين من اللوح. كما يجب الاهتمام بهذه الحالة خصوصاً في حالةَ ألواحِ العناصر السطحية.

رجاءً تتبع أيضاً الاتجاه المُفَضَّلَ عند الوضع المسبق للمساراتَ. الاتجاه المفضل القياسي هو العمودي لطبقة القمةِ (الحمراء) والأفقي لطبقة القاع (الأزرق).
يرجى الالتزام بالاتجاه المفضل أثناء القيام بتوجيه بعض التوصيلات يدوياً Manual Routing .

أظهرت التجارب أنه في حالة الألواح (الدوائر) الصغيرة ، و خاصة التي تستخدم فيها العناصر السطحية ، وجد أنه من الأفضل أن يتم التوجيه فيها بدون اتجاه مفضل (بمعنى أن الاتجاه المفضل = * و المعامل cf=0)، و على ذلك سينتهي الموجه عندها من عمله بسرعة أكبر. كما يجب استخدام نفس القيم من أجل توجيه التوصيل للدوائر التي تستخدم طبقة واحدة.

٨-٤-٩ المناطق المحظورة للموجه الآلي Autorouter :

إذا لَمْ يُقترح على الموجه الآلي Autorouter القيام بتَوجيه المساراتِ أَو وضِعُ نقط عبور vias ضمن مناطقِ معينة، فإنه يُمْكِنُك أَنْ تُعرّفَ المناطق المحظورةَ باستعمال الأوامرِ RECT وCIRCLE وPOLYGON في الطبقة رقم ٤١، tRestrict و الطبقة رقم ٤٢، bRestrict و الطبقة رقم ٤٣ ،vRestrict .

tRestrict : المناطق المحظورة لطبقة القمة Top layer
bRestrict : المناطق المحظورة لطبقة القاع Bottom layer
vRestrict : المناطق المحظورة لنقط العبور vias

مثل هذه المناطق المحظورةِ يُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ مُعَرَّفة في تغليف العنصر (حول فتحات التَثبيت للمقابس ، على سبيل المثال، أو لترانزستور التثبيت السطحي الذي لا يَجِبُ أَنْ يَكُونَ هناك أيّ من المسارات تحته).

الأسلاكُ المرسومة في الطبقةِ رقم ٢٠، Dimension ، هي عبارة عن خطوطَ حَدِّود للموجه الآلي Autorouter. و على ذلك لا يمكن توجيه المسارات فيما بعد هذه الحَدِّود. التطبيق المثالي: حدود اللوح.

المساحة المرسومة في الطبقةِ رقم ٢٠ يُمْكِنُ أيضاً أَنْ تُستَعملَ كمنطقة محظورة لكل الإشارات. يَجِبُ أَنْ تكُونُ هذه المساحة ، على أية حال، محذوفة قبل إرسال اللوح للتصنيع، حيث تمثل عادة الطبقةِ رقم ٢٠ الخرج أثناء توليد بياناتِ التصنيع.

٨-٤-١٠ عوامل الكلفة و معاملات التحكم الأخرى :

لقد تم تحديد القيم الافتراضية لهذه المعاملات parameters من قبل الشركة أو من واقع خبرة مصمم البرنامج ، بناء على التجربة ، لغرض الحصول على أفضل النتائج. و لذلك ننصح بعدم تغييرها قبل اكتساب الخبرة الكافية، لأن التعديلات البسيطة فيها قد تحدث تغييرات كبيرة. و يمكن استثناء كلفة نقاط العبور إذا لم يكن هناك من مشكلة في تغييرها.

٨-٥ كيف تُؤثرُ عوامل الكلفة على عملية التوجيه؟

تأخذ عوامل الكلفة (cfXXX) القِيَم ما بين ٠.و.٩٩، إلا أن هذا المدى الكامل لَيسَ مفيداً لكُلّ المعاملات parameters. لذا تم تحديد المجال المفيد لكل عامل في الفقرات التالية. بينما عوامل التحكم (mnXXX) تَقْبلُ القِيَم في المدى من ٠..إلى ٩٩٩٩. و سوف نشير أيضاً إلى الأرقام المعقولة لكُلّ عامل للتحكم.

و نؤكد ثانية قبل البدء بشرح هذه المعاملات على عدم تغيير قيمها عما هو وارد في الملف القياسي Default.ctl فيما عدا المعامل cfvia .

cfBase. xx: 0..20 عامل الكلفة الأساسي:
عامل الكلفة الأساسية لخطوةِ واحدة على الطبقةِ المناظرة.
التوصية:

الطبقاتِ الخارجية (قمة، قاع) تأخذ دائماً القيمة (صفر)، بينما الطبقاتِ الداخلية تكون أكبر مِنْ الصفر.

cfVia: 0..99 عامل كلفة نقاط العبور:

عامل كلفة نقاط العبور ،يتحكم في استعمال نقاط العبور vias. تسمح القيمة المنخفضة باستخدام العديد من نقاط العبور ، و لكنها في الوقت نفسه تتيح الالتزام بالاتجاه المفضل للتوجيه. و تتحاشى القيمة العالية لهذا المعامل استخدام نقاط العبور ، و بالتالي تعيق استخدام الاتجاه المفضل.

التوصية: استخدم القيمة المنخفضة أثناء التوجيه، والقيمة العالية عند الرغبة في تحقيقِ المثالية.

cfNonPref: 0..10 عامل كلفة عدم التفضيل :

عامل كلفة عدم التفضيل ، متابعة التحكم بالالتزام بالاتجاه المُفَضَّلِ. تسمح القيم المنخفضة بتغيير الاتجاه المُفَضَّلِ للمسارات، بينما تصر القيم العاليةِ على التمسك بهذا الاتجاه.
إذا تم وضع cfNonPref،عند القيمة ٩٩، فإنه يمكن لأجزاء المسار أن توضع فقط في الاتجاه المفضل. اختر هذه القيمةِ فقط إذا كنت مُتَأَكِّد بأن هذا السلوكِ يُرادُ حقاً.

cfChangeDir: 0..25 عامل كلفة تغيير الاتجاه :

عامل كلفة تغيير الاتجاه ، التحكم في كيفية إتمام تغيير الاتجاه في أغلب الأحيان. أي قيمة منخفضة تَعْني السماح بإجراء العديد من الانحناءات خلال المسار track. بينما تحد القيم العالية من استخدامها و بالتالي تُنتجُ المسارات المستقيمة عملياً.

cfOrthStep , cfDiagStep عاملى كلفة الخطوة :

عاملي كلفة الخطوة ، يطبّقُ القاعدةُ القائلة بأن طول وترُ المثلث القائم الزاوية أقصر مِنْ مجموع طولي الضلعين الآخرين للمثلث. والقِيَمَ القياسية (الأصليةَ) هى ٢ و ٣. وذلك يَعْني أن كلفة التوجيه عبر ضلعي القائمة هى ٢+٢، أكبر من كلفته عبر الوتر ٣ للمثلث القائم.
هذا العامل parameter فقط يَجبُ أَنْ يعَدَّل بعنايةِ فائقة! و يستحسن عدم محاولة التغيير فيه.

cfExtdStep: 0..30 عامل كلفة الخطوة الممتدة :

يتحكم في تجنّبِ قطاعات المسارِ التي تسير بزوايا مقدارها ٤٥ درجة للاتجاه المُفَضَّلِ، والتي تعمل على تقسّيمُ اللوح إلي جزأين. تسمح القيم المنخفضة بهذه القطاعات بينما القيم العالية تحاول تجنب هذا. و لتقديم إمكانية تنعيم الزوايا القائمة للمسارات بأجزاء صغيرة مائلة بزاوية 45 ، فإن هذا المعامل يصبح فعالاً من أجل الأجزاء التي يكون طولها ضمن القيمة المحددة بالمعامل mnExtdStep . و هذا المعامل مرتبط فقط بالطبقات ذات الاتجاه المفضل.

بالتفاعل مع المعامل mnExtdStep يُمْكِنُك أَنْ تُسيطرَ على طولِ هذه المساراتِ. فإذا كان mnExtdStep=0 ، فإن كُلّ خطوة للشبكةِ البيانية عند ٤٥ درجةِ إلى الاتجاه المُفَضَّلِ يُسبّبُ كلفَة يتم تعريفها في العامل cfExtdStep. قم باختيار على سبيل المثال mnExtdStep = 5 يَسْمحُ للمسار بالمرور خمس خطواتَ عند الزاوية ٤٥ درجةِ بدون أيّ كلف إضافية.تسبب كُلّ خطوة أخرى كلفة معرفة في cfExtdStep .

بهذه الطريقة، الانحناءات بالزاوية ٩٠ درجةِ يُمْكِنُ أَنْ تُعطي بأركان بزاوية ٤٥ درجةِ. الإعداد cfExtdStep = 99 و mnExtdStep = 0 يَجِبُ أَنْ يَتفادى المساراتَ بالزاوية ٤٥ درجةِ .

يرتبط هذا المعامل فقط مع الطبقاتِ التي لَها الاتجاه المفضل.

التوصية: استخدم قيمةً أقل لإمرار التوجيه، والقيمة الأعلى لتحقيقِ الأمثل.

cfMalusStep: 1..3 , cfBonusStep عاملى كلفة المناطق الجيدة و الرديئة :

يَقوّي المفاضلُة بين المناطق الجيدةِ (bonus) والسيئة (malus) في تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة حيث يتحكم في استخدامها. بالقِيَمِ العاليةِ، يميز موجه المسار بقوة بين المناطقِ الجيدةِ والسيئةِ. عند استخدام القِيَم المنخفضة، فإن تأثير هذا المعامل ينخفّضَ. راجع أيضاً cfSmdImpact , cfPadImpact.

cfPadImpact , cfSmdImpact: 0..10 عاملى كلفة تماسك الوسائد :

عامل كلفة تماسك الوسادة و وسائد العناصر السطحية ، تنتج الوسائد و مثيلتها للعناصر السطحية قطاعات أو مناطق جيدة و رديئة حولها حيث يقوم الموجه الآلي بوضع المسارات فيها. المناطق الجيدة تكون في الاتجاه المُفَضَّلِ (إذا تم تعريفه)، أما

المناطق الرديئة فتكون عمودية عليه. وهذا يَعْني أنّ المسارات التي تعمل في الاتجاه المُفَضَّلِ تكون موجهة إلى الخارج من الوسادة أو العنصر السطحي. بالقيم العالية فإن المسارَ سوف يجري بقدر الإمكان في الاتجاه المُفَضَّلِ، لكن إذا كانت القيمةِ منخفضةُ فإن المسارات ربما تترك الاتجاه المفضل تماماً. ربما يكون من الخطأ اختيار القيمة الأعلى جداً لــ cfSmdImpact لألواح الدوار المطبوعة للعناصر السطحية الأكثر ازدحاما.

cfBusImpact: 0..10 عامل تماسك المسار العمومي :

يتحكم في الخَطّ المثالي الذي يتبع توصيلات المسار العمومي (انظر أيضا cfPadImpact). أي قيمة عالية تؤكد أنّ الخَطَّ المباشرَ بين نقطة البدايةِ و نقطة النهاية النقطة متبوع. مهم فقط لتوجيه المسار العمومي.

cfHugging: 0..5 عامل كلفة اقتراب المسارات :

عامل كلفة التحكم في اقتراب (المسافة البينية) المساراتِ المتوازيةِ. حيث تسمح القيم العالية بالاقتراب الشديد للمسارات المتوازية (أي تكون المسارات قريبة جداً من بعضهم البعض) ، بينما تكون في حالة القيم المنخفضة أكثر تباعداً.
التوصية: القيمة الأعلى للتوجيه،القيمة الأكثر انخفاضاً لتحقيقِ المثالية.

cfAvoid 0..10 عامل كلفة التجنب :

عامل كلفة التجنب ، حيث فيها يتم التحكم في درجة تجنب التوجيه خلال المناطق التي أزيلت منها المسارات أثناء تحويل المسارات إلى خطوط هوائية ripup . تؤدي القيم العاليةُ إلى التجنب الشديد. و هي لَيسَت ذو علاقةَ مع تحقيقَ المثلية.

cfPolygon 0..30 عامل كلفة المضلع :

عامل كلفة المضلع ، كُلّ خطوة ضمن مضلّع تكون مرافقة أو مصاحبة بهذه القيمةِ. تسمح القيم المنخفضة بتوجيه المسارات داخل المضلّع. أما القيمة الأعلى فإنها تسمح للموجه الآلي Autorouter بتوجيه بضْعَ توصيلات محتملة داخل المضلّع.

mnVia 0..30 عامل التحكم لنقاط العبور :

يتحكم في العددِ الأقصى لنقط العبور vias التي يُمْكِنُ أَنْ تستَعملَ في إنشاء مسارِات توصيل.

mnSegments 0..9999 عامل التحكم للقطاعات :
يُقرّرُ العددُ الأقصى لقِطَعِ السلكِ في مسار الاتصال الواحد.

mnExtdSteps 0..9999 عامل التحكم للخطوات الممتدة :
يُحدّدُ عددُ الخطواتِ التي يسْمُح لها عند ٤٥ درجةِ إلى الاتجاه المُفَضَّل بدون تَحَمُّل قيمةِ cfExtdStep . .راجع أيضاً cfExtdStep.

٨-٦ عدد محاولات إزالة و إعادة بناء المسارات Ripup/Retry :

نتيجة لتكوين موجه المسارات الآلي Autorouter هناك بَعْض المعاملات التي تؤثّرُ على خوارزمية Ripup/Retry . و هى توضع أو تعد بالطريقة التي تعطي مقارنة جيدة بين متطلب الزمن و نتيجة التوجيه . ولذا يجب على المستعمل أَنْ يُغيّرَ القِيَمَ فقط وبعناية للعوامل mnRipupSteps , mnRipupLevel و mnRipupTotal عندما يكون مطلوباً و يستحسن عدم المساس بها تجنباً لأى خطأ في تقدير القيم المطلوبة.

كَقاعِدَةٍ،تسمح القيم العالية للعوامل بعدد أكبر من محاولات ripups لكنها تؤدّي إلى زيادة الزمن المطلوب للمعالجة.

و لكي نفَهْم معنى هذه المعاملات يجب ان نعرف طريقة عمل الموجه الآلي :
يتم توجيه المسارات واحداً تلو الآخر، حتى نصل إلى مرحلة لا نجد فيها ممراً. وحالما حدثت هذه الحالة، فإن الموجه يزيل Ripup العددِ الأقصى من المساراتِ المَوجهة (هذا العددِ تم تعريفه بالمعامل mnRipupLevel) لتَوجيه المسارِ الجديدِ. إذا كان هناك ثمانية مساراتِ تعيق المسار الجديد، على سبيل المثال، فإنه يجب أن يكون المعامل mnRipupLevel=8 على الأقل حتى يتم توجيه هذا المسار.

بعد توجيه المسارِ الجديدِ، يحاول الموجه إعادة توجيه Retry كُلّ المسارات التي أُزيلَت. وربما يحدث هذا عندما يجب أن يبدأ تعاقب جديد لتحويل المسارات النحاسية الى خطوط هوائية ripup لإعادة توجيه أحد هذه المسارات. إذن يكون الموجه عندها قد استهلك مرحلتين من مراحل الخوارزمية منذ بدء العملية بسبب المسار الذي لم يتمكن من توجيهه. كُلّ من المسارات المحذوفة التي لا يُمْكن أنْ يعادَ توجيهها تبدأ مرحلة جديدة لتحويل المسارات النحاسية الى خطوط هوائية ripup. الحَدّ الأعلى لعدد مثل هذه المراحل مُعَرَّف مَع المعامل mnRipupSteps.

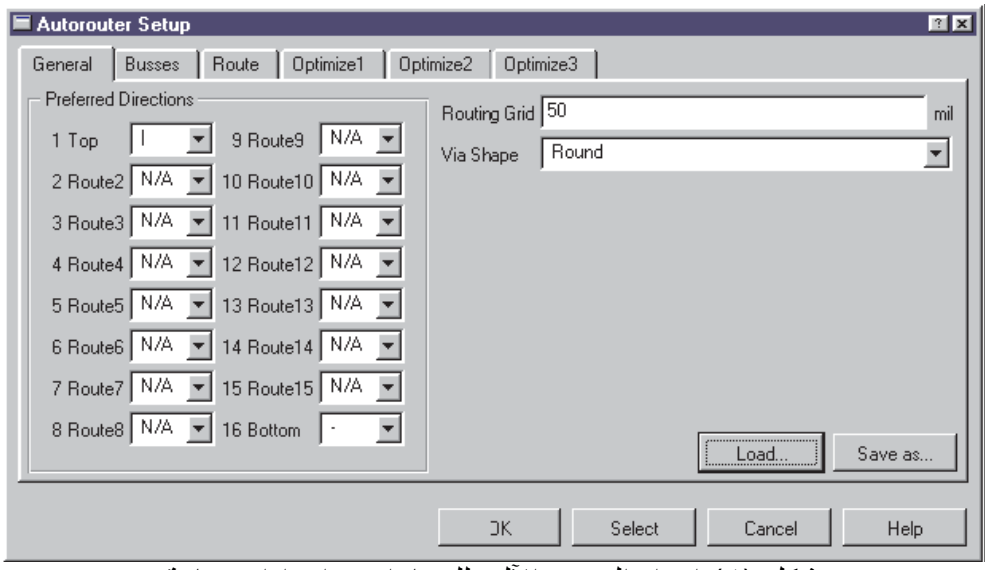
يُحدد المعامل mnRipupTotal عدد المسارات التي يُمْكِنُ أَنْ تزالَ بشكل آني. هذا العدد قابل للزيادة في بَعْض الحالاتِ. إذا كان أحد هذه القِيَمِ مُتَجاوَزةُ، فإن الموجه يؤدي إلى اضطراب عملية ripup و إعادة انجاز reestablishes الحالة التي كَانتْ صحيحةً في المسارِ الأولِ والذي لم يتم توجيهه. هذا المسارِ تم اعتَبَارُه غير قابل للتوجيه unroutable، و يَستمرُّ الموجه بالمسارِ التالي.

يوضح المثال التالي مفهوم المعامل mnRipupTotal :
عند الفشل في توجيه أحد المسارات ، يقوم البرنامج بإزالة عدد من المسارات الموجهة، و ليكن ٨ ، ثم يوجه المسار الجديد و يعيد توجيه المسارات المزالة. فإذا فرضنا أنه فشل في توجيه المسار الخامس من بين المسارات الثمانية ، فسيقوم بإزالة ثمانية مسارات جديدة، و بالتالي تصبح قيمة هذا المعامل : mnRipupTotal=4+8=12
و هكذا يمكن أن تزداد قيمة المعامل تدريجياً.

عندما تزداد قيمة أحد المعاملات عن القيمة المحددة بالمعامل mnRipupTotal يوقف الموجه العملية و يعيد تثبيت الحالة التي كانت عليها الدائرة عند فشله في توجيه أول مسار . يتم اعتبار هذا المسار غير قابل للتوجيه ، ثم يتابع الموجه الآلي مع مسار جديد.

٨-٧ قائمة إعداد الموجه الآلي Autorouter Setup :

عند تشغيل الموجه الآلي Autorouter بالأمر AUTO، فإن قائمة الإعداد تظهر أولاً – شكل (٤). حيث يتم كُلّ الإعدادات الضرورية هنا.



شكل (٤) إعداد الموجه الآلي للمسارات : إعدادات عامة

حيث تُحدّدُ الطبقاتَ التي قَدْ تُستَعملُ للتوجيه و تطبق الاتجاهات المفضلة. قم بالنقر في صندوقِ المجموعةِ الملائمِ combo box بالفأرِة، واختر القيمة المطلوبة.

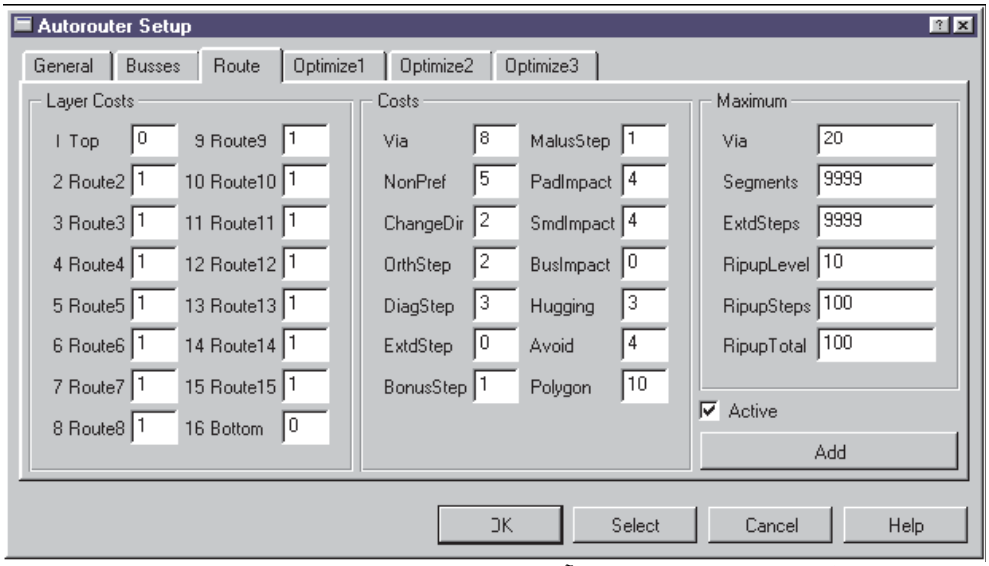
إعداد الاتجاهات المُفَضَّلةُ:

```
-    horizontal
|    vertical
/    diagonal at 45°
\    diagonal at 135°
*    none
N/A  Layer not active
```

عرّفْ شبكة التوجيه المناسبةِ وأختر شكلَ الفتحات المطلية (شكلِ نقطة العبور).

قَدْ تَستعملُ أزرار الأوامر. . . Load و. . . Save لتَحميل معامل مختلف مِنْ ملفِ تحكم الموجه الآلي (*.ctl) أو لتَسجيل الإعدادات الجارية لمشاريعِ أخرى.

الآن تَعْملُ الإعدادات لخطواتِ التوجيه الفرديةِ. انقر على الجدول المناظر وضع أيّ إعدادات قَدْ تُريدُها – شكل (٥).



شكل (٥) إعداد الموجه الآلي للمسارات : إعدادات لمرور المسار

المعاملات في تكلفة الطبقةَ Layer costs، و التكلفة Costs والمجموعات القصوى Maximum يُمكنُ أَنْ يَكُونوا مختلفين لكُلّ إمرار pass. صندوق الفحص النشيطِ Active يُحدّدُ سواء كانت هذه الخطوةِ يَجِبُ أَنْ تُنفّذَ أَو لا. إمرار المثالية الإضافيةِ يُمْكِنُ أَنْ تُدخَلَ بزرِّ الإضافة Add.

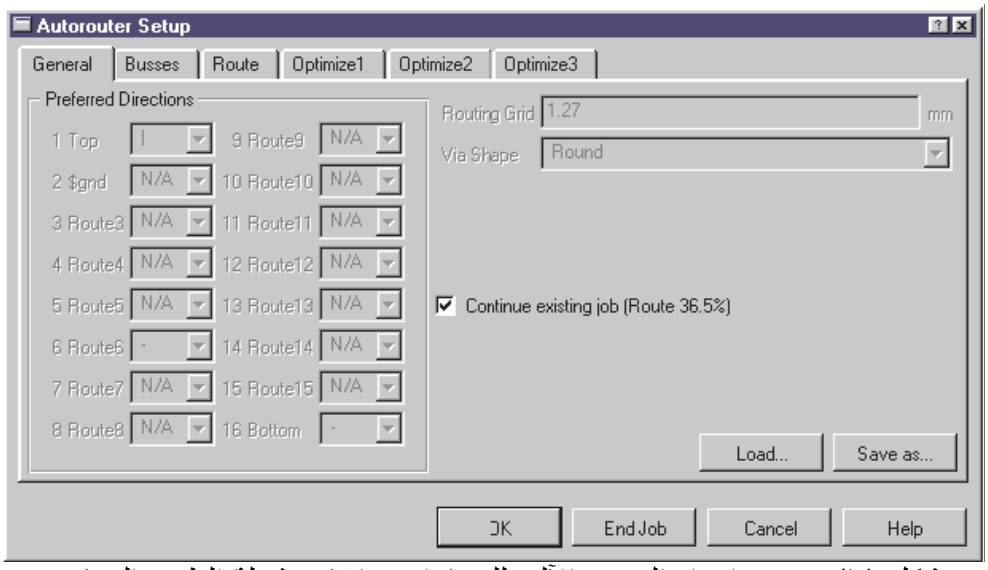
بواسطة النَقْر على زرِّ الاختيار Select يمكننا اختيار بَعْض الإشارات للتوجيه الآلي autorouting. اختر هذه الإشارات (المسارات) بالنقر الموضعي المباشر، أَو أدخل أسمائَهم على نافذة كتابة الأوامر. ثمّ قم ببدء الموجه الآلي Autorouter بالنقر على أيقونة إشارةِ المرور في شريط الأفعال . من الممكن، بدلاً عن ذلك، دُخُول الإشاراتُ على نافذة كتابة الأوامر بينما يكون الأمر AUTO نشيط.
أمثلة:

```
VCC GND ;
```

الإشاراتَ VCC وGND يتم توجيه مساريهما. الفاصلة المنقوطة semicolon في نهايةِ جملة الأمر تعمل على بدء الموجه الآلي مباشرة. بدلاً من ذلك يمكن النقر على أيقونةِ إشارةَ المرور.

```
! VCC GND ;
```

يتم توجيه مسارات كُلّ الإشارات ماعدا VCC وGND. ويتم بدء تشغيل الموجه الآلي Autorouter لكُلّ الإشارات التي حتى الآن لَمْ تُوضِع بالنَقْر على زر OK. يسبب عنصر الحذف Cancel في القائمة تعطيل الأمر AUTO بدون تخَزْين أيّ تغييرات.



شكل (٦) يوضح إعداد الموجه الآلي للمسارات : إيقاف شغلة الطوق النحاسي

لا تقوم في بادئ الأمر بأيّ تغيير في المعاملات إذا أردت إعادة بدء تشغيل وظيفة التوجيه. استعمل صندوق الفحص Continue existing job لتَقْرير سواء إن كنت تريد الاستمرار بالوظيفة الحاليةِ، أَو سواء كنت تُريدُ اختيار إعدادات جديدةٍ للإشاراتِ الباقيةِ. الأمر End job يَنهي وظيفة التوجيه الآلي autorouting ويقوم بتحميل نتيجةَ التوجيه السابقةِ.

٨-٨ التوجيه الآلي للألواحِ المتعددةِ الطبقات :

هناك طريقين مختلفين لتنفيذ طبقاتَ التغذية.

- طبقات تغذية مَع العلامة $ في بدايةِ اسمِ الطبقةَ
- طبقات تغذية بالمضلّعاتِ

٨-٨-١ طبقات التغذية Supply Layers :

تم وصف تعريف طبقاتِ التغذية في الجزء السابق تحت عنوان (طبقات تغذية القدرة بإشارة واحدة).

النقاط التالية يجب أنْ تؤخذ في الاعتبار عند التوجيه الآلي autorouting:

- يُحدّدُ اسمَ طبقةَ الإشارةَ المَحْمُولةُ. الطبقة $VCC، على سبيل المثال، تحْملُ فقط إشارةَ VCC.

- يتم تمثيل الطبقة بعرضٍ معكوسٍ.
- الطبقة لَيستْ نشيطةَ أثناء التوجيه الآلي autorouting (الإعداد N/A في الجدول العام General tab بقائمة الموجه الآلي Autorouter).
- بعد التوجيه، يَجِبُ أَنْ تَرسم السلكَ العازل حول تخطيطِ اللوح. هذا يَمْنعُ أى قصر للدائرة في مناطق حواف اللوحةِ.
- لا إشاراتَ أَو مضلّعاتَ أخرى قَدْ يُرسمان!

لا يَستطيعُ الموجه الآلي Autorouter استعمال طبقاتِ التغذية بالتمازج مع نقط العبور المستورة والمدفونة. استعمل الطبقات الداخلية بالمضلّعاتِ بدلاً مِن ذلك!

٨-٨-٢ المضلّعات كطبقات تغذية Polygons as Supply Layers :

من الممكن بالمضلّعاتِ أَنشاء طبقاتَ تغذية تَحتوي على أكثر مِنْ فولطيةِ تغذية واحدة، وبضعة أسلاك فردية أيضاً. رجاءً لاحظْ الأوامر على الصفحةِ ١٢١، Ground Planes and Supply Layers with Several Signals. هذه لَيستْ نوعَ طبقةِ تغذية مميّزَة بالعلامة $ في الاسمَ، لكن في الحقيقة هى طبقات عادية.

- قم بتعرّيفُ المضلّعاتَ قبل تشغيل التوجيه الآلي Autorouter.
- قم بإعطاء أسماءَ الإشارة الملائمةَ إلى المضلّعاتِ.
- قم باختيار الاتجاهات المُفَضَّلةَ والكلفَة الأساسية (cfBase) للطبقةِ المعرفة في إعدادِ التوجيه الآلي Autorouter. أي قيمة أعلى ل cfBase لطبقة المضلّعِ يجعل الموجه الآلي Autorouter يتفادى هذه الطبقاتِ بقوة أكثر.
- بعد التوجيه، قم بفحص أن المضلّع ما زالَ يُوصلُ كُلّ نقاط الإشارة. من الممكن أن يكون قد تم تقسيم المضلّعُ كإشارة تم وَضعَها. يقوم الأمر Ratsnest بإعادة حساب المضلعات، ويُصدرُ الرسالةَ :

Ratsnest: Nothing to do! لا شيء تم عمله! ، إذا كان كُلّ شيءِ بالترتيب.

٨-٩ النسخ الاحتياطي وتوقف عملية التوجيه :

Backup and Interruption of Routing

إن تنفيذ التخطيط المعقد لدوائر إلكترونية كبيرة يستنفذ عدد من الساعات، و لذلك يتم تنفيذ النسخ الاحتياطي على فترات (تقريباً. كُلّ ١٠ دقائق). يَحتوي الملف name.job. الحالة الأخيرةَ دائماً من التشغيل. إذا حدث اضطراب للتشغيل لأيّ سبب (مثلاً انهيار التغذية الكهربائية الخ.) فإنك ستتمكن من استعادة عملك باستدعاء الحالة المسجلة في

ملف name.job . قم بتحميل ملف اللوح في محرر تخطيط اللوح، ومن ثم أدخل الأمر AUTO و متابعة العمل ابتدأ من الحالة التي تم تخزينها آخر مرة.

و تستخدم نفس الطريقة عندما يتم إيقاف العمل باستخدام الزر Stop من شريط الأدوات، أو الضغط على المفتاحين Ctrl+Break . سيعطي البرنامج صندوق حوار للتأكد من رغبتك في الإيقاف ،أجب بنعم Yes ، ثم استدع الأمر AUTO مرة ثانية، ولاحظ أنه لم يعد بإمكانك تغيير قيم المعاملات إذا اخترت الزر End job بالوضع الحالي. و إذا اخترت Start فسيسأل البرنامج عن رغبتك في تخزين الملف أيضاً،سيتابع من حيث توقف-بصرف النظر عن الإجابة-حتى تنتهي عملية التوجيه.

إذا حدث اضطراب للموجه الآلي autorouting ،فإن الملف name.job يبقى سليماً ويُمْكِنُ أَنْ يستدعى. هذا وقَدْ يَكُون مفيدَ عندما تقوم بتشغيل وظيفة معقدة على حاسب بطيء ويُراد الاستمرار مَعه على حاسب سريع حالما يتوفر ذلك.

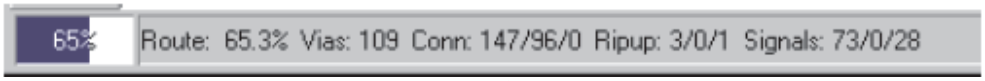
رجاءً لاحظْ أن تغيير المعاملات قبل الاستدعاء سوف لَنْ يُؤثّرَ علي التشغيل، حيث أنها ستسجل سوياً مع المعاملات التي كَانتْ صالحة عند البدايةِ للموجه الآلي Autorouter .

عندما ينتهي الموجه الآلي Autorouter ، فإن اللوحة التي تم توجيه مساراتها تسجل بالاسم name.b$$. يُمْكِنُك استُبدّالَ الاسم بالاسم name.brd واستعمالُه، على سبيل المثال، إذا حدث وانهارت التغذية الكهربائية بعد تشغيل التوجيه الآلي autorouting ولم تَستطيعُ تسجيل ملف اللوحةَ. هذا الملفِ يتم حذفه آلياً بعد أن يتم تسجيل اللوحةِ .

٨-١٠ معلومات للمستعملِ

٨-١٠-١ عرض الحالة Status Display :

أثناء التوجيه، يقوم الموجه الآلي Autorouter بعرض معلومات عن نتيجة التوجيه الفعليةِ في خانةِ الحالة status bar –شكل (٨) .



شكل (٨)

القِيَم المَعْرُوضة لَها المعاني التاليُة:

- النسبة المئوية لإنجاز التوجيه الآلي Route: 65.3%
- عدد نقاط العبور المستخدمة Vias: 109
- الوصلات Conn : العدد الكلي 147 ، الوصلات الموجهة 96 ، الوصلات غير القابلة للتوصيل 0 .
- الإزالة Ripup : عدد المرات منذ بدء الأمر 3 ، القيمة الفعلية للمعامل RipupLevel في هذه الحالة 0 ، القيمة الفعلية للمعامل RipupTotal في هذه الحالة 1 .
- الإشارات Signals : الإشارات الموجهة 73 ، الإشارات الممسوكة 0 ، الإشارات المجهزة 28 .

```
Route:    result % (hitherto maximum, best data
Vias:     Number of vias
Conn.:    Connections total/found/not routable
Ripup:    No. of ripups/cur. RipupLevel/cur. RipupTotal
Signals: Signals found/signals handled/signals prepared
```

تَعْني التوصيلات Connections التوصيل بين نقطتين .

دلالة خياراتِ الإزالة RIPUP المُخْتَلِفة التالية :

عدد مرات الإزالة ripups:

هذا يُشيرُ إلى عددِ التوصيلات التي تم توجيهها أثناء إجراءِ التوجيه السابقِ الذي تم إزالته (يُمكنُ أَنْ يَكُونَ) لكي يَكُونَ قادر على تَوجيه الإشاراتِ الجديدةِ.

المستوى الحالي للإزالة RipupLevel :

هذا يُشيرُ إلى عددِ التوصيلات connections التي أُزيلَت أَو حوّلَت إلى أسلاك هوائية airwires لكي يَضعَ المسارَ للإشارةِ الحاليةِ.

جملة الإزالة RipupTotal الحالية:

بعد توجيه الإشارةِ التي تم إزالتها ripped up يُمْكِنُ أَنْ تُحطّمَ عدد كبير لتوصيلات ذات نقطتين. هذه التوصيلات يتمّ توجيهها ثانيةً. هذا المتغيّرِ يشيرُ إلى عددِ من هذه التوصيلات ذات النقطتين التي ما زالَ يتم توجيهها.

٨-١٠-٢ ملف سجلّ الأداء Log file :

عند نهاية كل توجيه يقوم الموجه الآلي Autorouter بتولّيدُ ملف يطلق عليه name.pro، يحتِوي على معلوماتِ هامة.

مثال:

```
EAGLE AutoRouter Statistics:

Job           : d:/eagle4/test-design/democpu.brd

Start at      :   15.43.18  (24.07.2000)
End at        :   16.17.08  (24.07.2000)
Elapsed time  :   00.33.48

Signals       :    84   RoutingGrid: 10 mil  Layers: 4
Connections   :   238   predefined:  0 ( 0 Vias )

Router memory :   1121760

Passname:       Busses    Route    Optimize1 Optimize2 Optimize3 Optimize4

Time per pass: 00.00.21 00.08.44  00.06.32  00.06.15  00.06.01  00.05.55
Number of Ripups: 0        32         0         0         0         0
max. Level:       0         1         0         0         0         0
max. Total:       0        31         0         0         0         0

Routed:          16       238       238       238       238       238
Vias:             0       338       178       140       134       128
Resolution:     6.7 %   100.0 %   100.0 %   100.0 %   100.0 %   100.0 %

Final:        100.0% finished
```

٨-١٠-٣ العوامل المؤثرة في زمن تشغيل الموجه الآلي:

لا نستطيع أن نتكهن بالإجابة القاطعة على هذا السؤال. و لكنا نعرف أن عدد نقاط الشبكة (حيث تعتمد على مساحة الدائرة و شبكة التوجيه و عدد طبقات الإشارة) و عدد الوصلات يملكان تأثيراً واضحاً على الزمن. كما أن عدد مرات استخدام خوارزمية الإزالة و إعادة البناء Ripup/Retry ذات أثر ملحوظ أيضاً. أما صاحب الأثر الأكبر على زمن توجيه التوصيل فهو كثافة العناصر على الدائرة الإلكترونية.

٨-١١ مثال تطبيقي على كيفية العمل بالموجه الآلي واليدوي :

ليس هناك موجه آلي للمسارات Autorouter سيقوم بتصميم لوحتَكِ كما تود بالضبط. إلا أنه تمْكِنُك من التحرّر كثيراً مِنْ العملِ المملِّ. في هذا الجزء نُريدُ أن نبحث عن إمكانية دْمجَ التوجيه اليدوي والآلي بسهولة. قم بتحمّيلْ ملف اللوح hexapodu. brd.

قم بتعطيل ظهور الطبقةً رقم ٢١ tPlace باستعمال الأمر DISPLAY ، لكي لا تظهر العناصر.

يحتوي هذا اللوح على مسارات إشاراتَ موجهة يدوياً مسمّاة AC1 و AC2 . تستعمل المستطيلات في الطبقتين ٤١، tRestrict، و٤٢، bRestrict، لإنشاء المناطق المحظورة للموجه Autorouter. خلال هذه المناطق، لا يسمح للموجه الآلي Autorouter بتَوجيه المساراتِ على الطبقاتِ العليا (القمة) أو السفلي (القاع). العنصر B1 تم تغطيته بمنطقة محظورة مرسومة في الطبقة رقم ٤٣، vRestrict. وهذا يَعْني أن الموجه الآلي Autorouter لا يَجِبُ أنْ يَضعَ vias هناك.

أبدأ تشغيل الموجه الآلي Autorouter بنَقْر الأيقونةِ الآليةِ AUTO في شريط الأوامر command toolbar . تظهر قائمة popup أينما يمكنك إدخال الإعدادات الفرديةِ (انظر مساعدةً). يَجِبُ أَنْ تَختارَ شبكة الرسم في حالة التوجيه مِنْ ١٠ (0.254 mil مليمتر) للملف hexapodu. brd. يُمْكِنُك تُحمّيلَ معاملات الموجه الآلي autorouter أيضاً لهذا الملفِ مِنْ ملف التحكم hexapodu. ctl بالنَقْر على مفتاح التحميل Load .

كما نُريدُ التَوجيه لكُلّ الإشاراتِ الغيرِ المَوجهة، انقر OK. في حالة ما إذا كنت لا تُريدُ تَغيير إعدادات الموجه الآلي Autorouter ، يُمْكِنُك أَنْ تبدأه بكتابة:

AUTO; ←

في نافذة كتابة الأوامر. يتم إخفاء القائمةَ في هذه الحالةِ. راقبْ رسائلَ الحالة التي تَظْهرُ في خانةِ الحالة. حيث يُعلمونَك، على سبيل المثال، كم عدد الإشاراتِ التي تم توجيه مساراتها، أَو كم عدد نقاط العبور vias التي تم وُضِعَها في الوقت الحاضر. سَتُلاحظُ أن عددَ نقاط العبور vias تَقل أثناء التوصيلات الموجهة الأمثل Optimize.

إذا كنت تُريدُ مُقَاطَعَة الموجه الآلي Autorouter قم بالنقر على أيقونةِ التوقّفَ stop.
نظام تشغيل التوجيه الآلي يتم تخْزِينُه في الملفِ hexapodu.pro. قم بتحميل هذا الملف إلى نافذة المحرّرِ النَصّي text editor window للنَظْر فيه.

اللوح الذي تم فيه تنفيذ توجيه المسارات مِن قِبل Autorouter يُمْكِنُ تُحرّيرَه مثل أيّ لوح آخر. يَجِبُ أَنْ يكون التوجيه النْاتجُ أقل مِنْ النسبة ١٠٠ %، يُمْكِنُك أَنْ تزيل ripup بضعة إشارات حرجة وتُوجّيهُ بعض مِنْ الخطوط المتقطعة airwires الباقِية يدوياً. إذا كنت تُريدُ أعادْة تخزين الحالة status الأصليةَ، قم بتحويل المساراتَ التي تم توجيهها إلى سلك هوائي airwires (باستثناء AC1 و AC2) بالأمر

RIPUP ! AC1 AC2 ←

يَستعملُ الموجه الآلي autorouter عرض المسار width المعطي في قواعدِ التصميمَ (==> Edit/Design Rules, Sizes tab, Minimum width) لمساراتِه. إذا كان هناك قِيَم

معطاة في الأمر CLASS لتَعريف فئات نقطة التوصيل net المُخْتَلِفةِ (كما في ملفِ المثالَ (hexapod. brd) فإن الموجه الآلي autorouter سَيَعتني بهم أيضاً. في هذه الحالةِ القيمة الأعظم سَتَأْخذُ في الاعتبار.

لتَعريف المناطق المحظورةِ للموجه الآلي autorouter استخدم الطبقةِ ٤١، tRestrict، للطبقة العليا، وعلى التوالي الطبقة ٤٢، bRestrict، للطبقةِ السفليةِ. المناطق المحظورة في الطبقةِ ٤٣، vRestrict، يُحرّمُ وضع vias. الموجه الآلي autorouter لَيسَ قادر على تَوجيه المساراتِ المدوّرةِ.

١٢-٨ معاملات ملف التحكم Parameters of a Control File :

نَرى هنا كيف أن المعاملات الفردية في ملفِ تحكم الموجه الآلي Autorouter (name.ctl) يتم استخدامه .

```
Parameter          Default   Meaning
RoutingGrid      = 50Mil     Grid used by the Autorouter for tracks and
                             via-holes

                             Cost factors for...
cfVia            =  8        ...Vias
cfNonPref        =  5        ...Not using preferred direction
cfChangeDir      =  2        ...Changing direction
cfOrthStep       =  2        ...0 or 90 deg. step
cfDiagStep       =  3        ...45 or 135 deg. step
cfExtdStep       = 30        ...Deviation 45 deg. against preferred direction
cfBonusStep      =  1        ...Step in bonus area
cfMalusStep      =  1        ...Step in handicap area
cfPadImpact      =  4        ...Pad influence on surrounding area
cfSmdImpact      =  4        ...SMD influence on surrounding area
cfBusImpact      =  4        ...Leaving ideal bus direction
cfHugging        =  3        ...Wire hugging
cfAvoid          =  4        ...Previously used areas during ripup
cfPolygon        = 10        ...Avoiding polygons

cfBase.1         =  0        Basic costs for a step in the given layer
cfBase.2         =  1
...
cfBase.15        =  1
cfBase.16        =  0
```

```
                                Maximum number of...
mnVias          =   20          ...Vias per connection
mnSegments      = 9999          ...Wire segments per connection
mnExtdSteps     = 9999          ...Steps 45 deg. against preferred direction
mnRipupLevel    =  100          ...Ripups per connection
mnRipupSteps    =  300          ...Ripup sequences per connection
mnRipupTotal    =  200          ...Ripups at the same time

                                Track parameters for...
tpViaShape      =  Round        ...Via shape (round or octagon)

PrefDir.1         =  |          Preferred direction in the given layer
PrefDir.2         =  0          Symbols:  0 - / | \ *
...                             0 : Layer not used for routing
PrefDir.15        =  0          * : No preferred direction
PrefDir.16        =  -          - : X is preferred direction
                                | : Y is preferred direction
                                / : 45 deg. is preferred direction
                                \ : 135 deg. is preferred direction
```

٨-١٣ نصائح عملية :Practical Tips

هذا الجزء يُقدّمُ لك بَعْض النصائحِ التي لَها تأثير مفيد عند العَمَل مَع الموجه الآلي Autorouter. أنظر إلى هذه الأمثلةِ بينما هناك بعض التلميحات تَقترحُ الطرقَ التي فيها يمكن توجيه مسارات اللوح. و لكن يجب أن ننبهك بأنه لا شيء من هذه الاقتراحات يضْمنُ لك نجاحاً.

٨-١٣-١ مقدمة عامة General :

يَجِبُ أَنْ تَزِيدَ كلفة الطبقةَ (cfLayer) مِنْ الطبقات الخارجية إلى الداخلِية أَو تكُونُ هى نفسها لكُلّ الطبقات. من غير المناسبُ استعمال قِيَم أقل في الطبقاتِ الداخليةِ عنها في الطبقاتِ الخارجيةِ. فإن هذا يُمْكِنُ أَنْ يَزِيدَ ذاكرة التوجيه المطلوبة.
الموجه الآلي Autorouter لا يَستطيعُ تخطيطُ الأسلاك كأقواس.
الموجه الآلي Autorouter لا يَستطيعُ إعداد نقطة عبور vias دقيقة !

٨-١٣-٢ الألواح أحادية الجانب Single-Sided Boards :

هناك إجراءان، اعتمادا على نوعِ تخطيطِ اللوح:
في الحالةِ الأسهلِ، الطبقة الوحيدة رقم ١٦، قاع Bottom، تكون نشيطُة. و لا داعي لتعريف الاتجاه المُفَضَّلَ. اختر شبكة بيانية مناسبة وقم بتشغيل الموجه الآلي Autorouter.

إذا كان هناك تخطيطِ لوح أكثر تعقيداً،فإنه ربما يَكُون ممكنا لإنْجاز نتيجة صالحة بإعدادات خاصة للمعاملات . رجاءً إلقِاء نظرة على المشروعِ المسمّى singlesided، الذي يُمْكِنُ أَنْ يُوْجَدَ في التفريعة eagle/projects/examples. يَجيءُ هذا المشروعِ مع ملفاتِ التحكم المُخْتَلِفةِ (.ctl*)، التي تكون من الأمثل لتوجيه singlesided.

قد يستعمل الموجه الآلي Autorouter الطبقةَ العليا أيضاً. إلا أنه سيكون وضع المسارات هنا كقناطر سلكية على اللوح . في الطبقةِ ٤١، tRestrict، يُمْكِنُك أَنْ تعرّفْ المساحات المحظورةَ حول العناصر وفي المناطقِ حيث لا يسمح للقناطر السلكية. نريدك أن تشعر بالحرية خلال خطواتك التجريبية مع إعداد المعاملات لتخطيطِ اللوح خاصتك.

٨-١٣-٣ الألواح ذات العناصر السطحية SMD بطبقاتِ تغذية :

الإجراء التالي وُجِدَ فعّال:
إنّ إشاراتَ التغذية يتم توجيهها أولاً. عُموماً، المسار القصير مطلوبُ مِن العناصر السطحية إلى نقطة العبور التي تصل إلى الطبقةِ الداخليةِ.

قبل تَعديل المعاملات، قم بتسجيل القيم الحالية (القياسي أو الأصلي) في ملف تحكم الموجه الآلي (CTL file). قم بالنقر على الزرِّ Save as.. في General tab لنافذةِ إعدادِ الموجه الآلي Autorouter وقم بإدخال أيّ اسم، على سبيل المثال، المعياري standard.ctl.
الآن قم بتعطيل موجه المسارُ العمومي وكُلّ الإمرار الأمثل في إعداد الموجه الآلي Autorouter. ويظل التوجيه نشيطاً فقط. عدّلْ في معاملات التكلفة التالية :

```
cfVia = 0       Vias are wanted
mnVia = 1       Max. 1 via per connection
cfBase.1/16 = 30..99    Short tracks
                        in Top/Bottom
mnSegments  = 2..8      short tracks
```

أبدأ تشغيل الموجه الآلي Autorouter، باستعمالُ الزرَّ Select، واختَرُ الإشاراتَ المطلوب توجيهها. بعد مرور التوجيه من الممكن ، إذا كان ملائِماً، تَحسين النتيجة يدوياً.

بقيّة التوصيلات يتم توجيهها بعد هذا. استعمل AUTO لفتح قائمة إعدادِ الموجه الآلي Autorouter، وقم بتحميل معامل التحكم المَخْزُون سابقاً. . بزرّ Load (standard.ctl).

عدّلْ القِيَمَ إلى أيّ من الرغبات الخاصّة التي رُبَّما تكون عِنْدَكَ، وابْدأْ تشغيل الموجه الآلي Autorouter.

هذا الإجراءِ متماثلُ لكلتا نوعى طبقةِ التغذية (توليد طبقة التغذية آلياً أو توليدها بالمضلعات)

٨-١٣-٤ ماذا يمكن أنْ نفعل إذا لمْ تكن كُلّ الإشارات موجهة؟

إذا حْدثُ هذا، قم بفحص إعداداتك.

- هل تم اختيار شبكة توجيه دقيقة بما فيه الكفاية ؟
- هَلْ أعراض المسارَ لَها أبعادُ ملائمةُ؟
- هَلّ بالإمكان أَنْ نقاط العبور vias لها أقطارُ أصغرُ؟
- هَلْ الخلوص الأدنى تم اختياره بشكل مثالي؟

إذا كان من المستحيل أَو غير المعقول تَحسين هذه القِيَمِ أبعد من ذلك، فإن أى محاولة لإنْجاز مستوى أعلى مِنْ التوجيه ربما تتم بواسطة زيادة مستوى الإزالة ripup.

تخطيط لوح الدائرة المطبوعة

٩-١ من الرسم التخطيطي إلى تصميم لوح الدائرة المطبوعة

From Schematic to Finished Board

يُصوّرُ هذا الفصلِ الطريقة التي يتحول فيها الشكل التخطيطي (للدائرة الإلكترونية) إلى الشكل التنفيذي (تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة) أو طريقة تنفيذ الشكل التنفيذي مباشرة دون مساعدة الدائرة التخطيطية وذلك يدوياً نقلاً عن دائرة إلكترونية ليس لها ملف و مرسومة على لوح ورقي. و هناك ميزّات معيّنة للشكل التخطيطي أو محرّر تخطيطَ اللوح سوف يتم شرحهما في نقاطِ مُخْتَلِفةِ. و نلفت نظر القارئ إلى أن استعمال الموجه الآلي Autorouter والحصول على بيانات التصنيع سَيتم وصفهما في الأبواب التالية.

ونَوصي بضرورة إنشاء تفريع مشروع (مجلد-تفريعة) أولاً للبدء في تنفيذ المطلوب.

٩-٢ اعتبارات قبل إنشاء لوح الدائرة المطبوعة:

٩-٢-١ القيام بفحص مكتبات العناصر الالكترونية :

إنّ مكتبات العناصر الالكترونية بالبرنامج يجب أن تكون متطورة و موضوعة مِن قِبل مهندسين عمليين، وهى تتطابق مباشرةً مع المعاييرِ المعاصرةِ و تتبع أحد

الجمعيات أو منظمات التوحيد القياسي العالمية. وتَشْكِيلة العناصر الالكترونية المتوفرة، على أية حال،كبيرة جداً إلا أنه من المستحيلُ تَجهيز المكتبات بكل ما هو مطلوب لكُلّ مستعمل للبرنامج بدون تعديلِ.

وهناك أغلفة مختلفة ومجهّزة من قبل شركات عديدة باستعمال نفس التعريفَ! حيث يَوصي المنتجونُ بمقاسات مختلفة جداً لوسائد العناصر سطحية التثبيت SMD، والتي تعتمدُ بالتالي على خطوات اللحام المطبقة.

باختصار: أنت لا تَستطيعُ الإفْلات من حدوث تضارب لديك في نوع الغلاف المطلوب فلابد من فحص العناصر، و بالأخص تعريفات الأغلفة لها ، والمستخدمة في حال تصميم لوح الدائرة المطبوعة.

في حالة العناصر سطحية التثبيت SMD رجاءً أهتم بشكل خاص للتأكد من أن التغليف مِنْ المكتبةِ يتوافق مع مواصفاتَ عنصرك. وفي أغلب الأحيان يؤدي التوريد مِنْ منتجين مختلفينِ بنفس الاسمِ لكن بأبعاد مختلفَة، إلي مشاكل جمة في التجميع الإلكتروني.

٩-٢-٢ نقاط الاتفاق مَع منتجي لوح الدائرة المطبوعة :

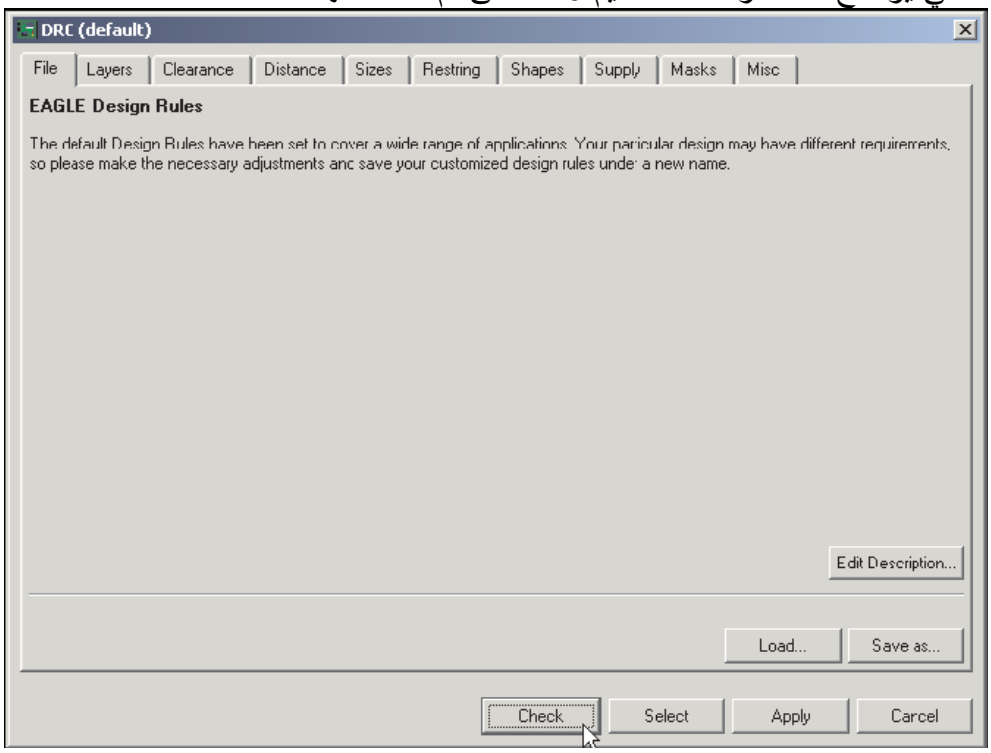
إذا قمت بالتخطّيطُ للحصول عِلى أفلامُ PCB مصنعة باستعمال Gerber photoplotter، ثمّ، إذا مَا عَملتَ ذلك، فيكون قد جاءك الوقتُ للاستفسار عن صانع لوح الدائرة المطبوعة و مقدرته على التعهد بقِيَم معيّنة للمعاملات parameters التالية:

- عرض المسارِ النحاسي track width
- شكل نقاط لحام هبوط العناصر shape of solder lands
- قطر نقطة لحام هبوط العنصر diameter of solder lands
- أبعاد وسائد العناصر السطحية dimensions of SMD pads
- مقاس النص و سمكه text size and thickness
- أقطار فتحةِ الثقبِ drill hole diameters
- عدد طبقاتِ الإشارة number of signal layers
- في حالة ألواحِ متعددةِ الطبقات: اتجاهات التصنيع لنقاط العبور الغير واضحة و المدفونة و تركيبَ اللوح (انظر الصفحة رقم ١٢١)
- المسافة بين الجهود المختلفةِ distance between different potentials
- معاملات تَتعلّقُ بقناعِ توقّفِ اللحام parameters concerning solder stop mask

إذا أخذت هذه الاشتراطات في الحسبان وفي الوقت المناسب فإنك ستوفر وقتك و مالك. هناك تفاصيلَ أكثرَ عن هذا في جزء " إعداد بيانات التصنيع Preparing of Manufacturing Data " (فصل ٩).

٩-٣ تحديد قواعد التصميم Specifying the Design Rules :

تحدد كُلّ المعاملات ذات العلاقة باللوح وطريقة صناعتِه في قسم خاص بالبرنامج يطلق عليه قواعدِ التصميمَ. وباستعمال القائمةَ Edit/Design Rules.. أَو الأمر DRC يمكنك فَتْح نافذةِ قواعدِ التصميمَ. و فتح هذه النافذةِ مَع الأمر DRC يسمح لك بِبَدْء فحص قاعدةِ التصميمَ DRC بمفتاح الفحص Check بعد وضع (أو تعريف) المعاملات. كما يمكن فحص تخطيط لوح الدائرة المطبوعة في أيّ وقت. الشكل (١) التالي يوضح نافذةُ قواعد التصميم DRC متى تم استدعائها:



شكل (١) فحص قواعد التصميم : ضبط قواعد التصميم

٩-٣-١ المبادئ العامة General Principles :

في المرة الأولى التي يتم فيها استدعاء عملية فحص قواعد التصميم DRC، يقوم البرنامج بتجهيز قواعد التصميمَ القياسية. وإذا كان من ضروريٍ، يمكنك القيام بتعدّيلُ قِيَمَ هذه القواعد لمُلائَمَة متطلباتِكَ. عندما تنتهي من التعديلاتَ، قم بالبدء في عملية الفحص بالنَقْر على موافق OK. حيث سَيؤدّي هذا إلى قواعدِ التصميمَ المخزنة في ملف تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة نفسه.

بالنَقْر على مفتاح Select في نافذة DRC يمكنك تُحدّيدُ منطقةَ تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة التي ترغب في فحصها (لاحظ بيان الأمر التالي أسفل النافذة). ببساطة قم بالضغط على زر الفأرة اليمين و اسحب مستطيل لتحديد المنطقة المرغوب فحصها بواسطة الفأرة. يقوم البرنامج بعملية الفحص و بيان النتيجة أسفل النافذة آلياً. ويتم مراجعة طبقات الإشارةُ المرئيةً فقط بواسطة الأمر (DISPLAY) قبل فحصِ قاعدةِ التصميمَ Design Rule Check.

يقوم مفتاح التطبيقُ Apply بتخزين القِيَمَ التي تَم وضعها حالياً بواسطة مستخدم البرنامج في ملف تخطيطَ لوح الدائرة المطبوعة. وهذا يَعْني بأنّ القِيَمَ التي تم اختيارها لَمْ تُفْقَدُ حتى الآن إذا لم تقم بالبدء في فحص الخطأ فوراً وإذا أردت أن تَتْرُك حوار DRC قم بالضغط على زرِّ الإلغاءَ Cancel. يتم عرض التغيير إلى قواعدِ تصميمِ مُخْتَلِفةِ فوراً في محرر تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة بعد النَقْر على Apply.

يمكن تسجيل قواعد التصميمَ في ملفات تصميم خاصّة بالامتداد (.dru*) بواسطة استعمال الوظيفة ..Save as. لتطبيق مجموعة من قواعد التصميمِ على لوح الدائرة المطبوعة، يُمْكِنُك سْحبَ أيّ ملف بالامتداد dru من تفريع قواعد التصميم Design Rules من التفريعة الرئيسية للمجلدات في نافذة واجهة التحكم Control Panel إلى نافذة محرّرِ تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة.

يَسْمحُ مفتاح التحميل Load لأيّ مجموعة معيّنة مِنْ قواعد التصميمِ بالتحميل من أى ملف.

يمكن استَعمالَ مفتاح التغيير Change لتَعديل النَصِّ الوصفي للإعداد الحالي للمعامل parameter. عادة يَظْهرُ الوصفُ في نافذة حوار فحص القواعد الكهربائية DRC - (File tab)، كما تم رؤيته في الرسم السابقِ. يمكن استعمال صيغة نَصِّ ريتش Rich مَع النَصّ. سَتَجِدُ ملاحظات على هذا في نظامِ طلب المساعدةَ.

عادة يَضبِطُ الشخص قواعدَ التصميمِ الشائعة بواسطة القائمة Edit/Design Rules أولاً ،ثم يبْدأُ فحص قاعدةِ التصميمَ DRC عندما يتطلّب ذلك بالأمر DRC . لَكنَّه من المحتملُ أيضاً ضبط قواعدِ التصميمَ إذا استعملت الأمر DRC.

إذا قمت بفتح حوارَ قواعدِ التصميمَ عن طريق القائمةِ Edit/Design Rules فإن مفتاح Select سوف لا يظهر. في هذه الحالةِ تَنهي الحوارَ بالنقر على موافق OK وتسجل المعاملات في ملفِ اللوح.

إذا استعملْت الأمر DRC، فإن مفتاح الفحص Check يَبْدأُ عملية فحص قاعدةَ التصميمَ.

يقدمُ صندوق حوار قواعد التصميمُ عدد من الخياراتِ المختلفةِ التي يُمكنُ أَنْ تكُونَ مختارة خلال الجداول. والخيارات تَتضمّنُ:

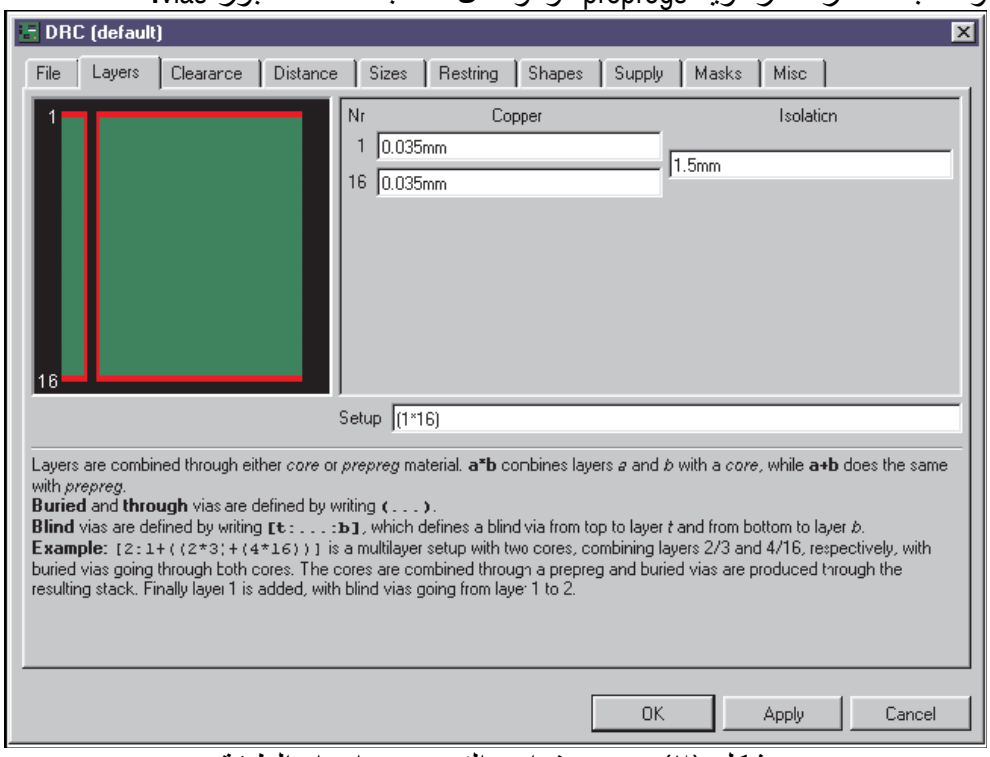
File	يُديرُ قواعدَ التصميمَ
Layers	عدد من الطبقاتِ النحاسيةِ، وتركيب الألواح المتعدّدِة الطبقات، ونوع وطول نقاط العبور vias، وسُمك النحاسِ والطبقات العازلةِ.
Clearance	هو عبارة عن الخلوص بين الكائنات الرسومية في طبقاتِ الإشارة لتَمْثيل الإشاراتِ التي قَدْ تكُون مختلفةً أو هي نفسها
Distance	هي عبارة عن المسافةُ مِنْ حافةِ اللوح وبين الفتحاتِ
Sizes	العرض الأدنى للمسارِ و قطر الثقب، خصوصاً لنقاط العبور الدقيقة والمستورة
Restring	عرض Width الحلقة المتبقية عند الوسائد و نقاط العبور وبالأخص الميكرومية vias
Shapes	أشكال الوسائد و وسائد العناصر السطحية
Supply	الرموز الحرارية و العازلِة في طبقاتِ التغذية
Mask	قِيَم توقّفِ اللحام وأقنعةِ معجون اللحام
Misc	الفحوص الإضافية

٩-٤ ملاحظات على معاملات صندوق حوار DRC :

أغلب المعاملات تُم شرحها بمساعدة العرض البياني. طالما قمت بالنْقرُ بالفأرِة على نافذة المعامل، فإن العرض المرافق سوف يَظْهرُ. وسوف نتناول كل معامل parameter على حده فيما يلي:

٩-٤-١ الطبقات Layers :

يعرف عددَ طبقاتِ الإشارة ونوعِ نقاط العبور vias (blind or buried vias) . وبمساعدة صيغة رياضية mathematic في نافذة الإعدادَ الموضحة في صندوق الحوار –شكل (٢)، يتم تعريف الإنشاء المناسب للوح -التركيبة الملائمة للب cores و الطبقة العازلة الرغوية prepregs والوسائل الناتجة لنقاط العبور vias.



شكل (٢) يوضح قواعد التصميم : إعداد الطبقة

قواعد تصميم الصيغة:

ترتبط الطبقات معا بوضع مادة اللب core أو الطبقة الرغوية prepreg بينهما. للتعبير عن ارتباط الطبقتين a و b بينهما لب core تكتب الصيغة a*b ، بينما عندما تترابط هاتان الطبقتان و بينهما طبقة رغوية يتم التعبير عنهما بكتابة الصيغة a+b .

نقاط العبور المدفونة Buried و الخلالية Through يتم تعريفهما بكتابة الأقواس (.....) .

نقاط العبور المستورة Blind يتم تعريفها بكتابة الصيغة [t:...:b] ، حيث تعرف نقطة العبور المستورة من القمة top للطبقة t و من القاع bottom للطبقة b .

مثال : [2:1+((2*3:+(4*16))]
هذه الصيغة تعبر عن إنشاء أو تركيبة لوح متعدد الطبقات بعدد اثنان من اللب cores ، مكوناً الطبقات 2/3 و 4/16 ، على التوالي، مع نقاط عبور مدفونة مارة خلال اللبين. يتم تكوين اللبين خلال الطبقة الرغوية و نقاط العبور المدفونة تنتج خلال اللصق الناتج . في النهاية يتم إضافة الطبقة رقم ١ ، مع نقاط عبور مستورة مارة من الطبقة رقم ١ إلى الطبقة رقم ٢ .

في أغلب الحالاتِ (للألواح البسيطة الثنائية الطبقةِ أَو الأكثرِ من طبقة) نجد أن ثقوب نقاط العبور vias تمر خلال كُلّ الطبقات. الصورة أعلاه توضح الإعداد القياسي للوح ثنائي الطبقات. التعبير (١*١٦) يُقوم بتعرّيفُ قلب أو لب core واحد بطبقتان من النحاس الطبقة رقم ١ و الطبقة رقم ١٦، واللتان يُمْكِنُ أَنْ يرتَبطَا بنقاط عبور vias. الأقواس حول التعبيرِ تعبر عن نقاط عبور vias ذات ثقوب إمرار خلالية through-hole (الثقب مستمر بين الطبقتين).

أمثلة أساسية:

1 layer:
16 Only layer 16, no vias.

4 layers, vias through all layers:
(1*2+15*16) Two cores are affiliated with each other.

6 layers, vias through all layers:
(1*2+3*14+15*16) Three cores are affiliated with each other.

يتم استخدام نوافذ الكتابة في صندوق حوار DRC لتعريف سمك طبقات النحاسِ والعزل هذا بالإضافة الى نافذة الكتابة لإعداد اللوح setup فيكتب فيها التعبير المعبر عن تكوين اللوح . هذه الإعدادات ترتبط بالألواح المعقدة فقط والتي تَستعملُ نقاط العبور vias المستورة أَو الدقيقَة.

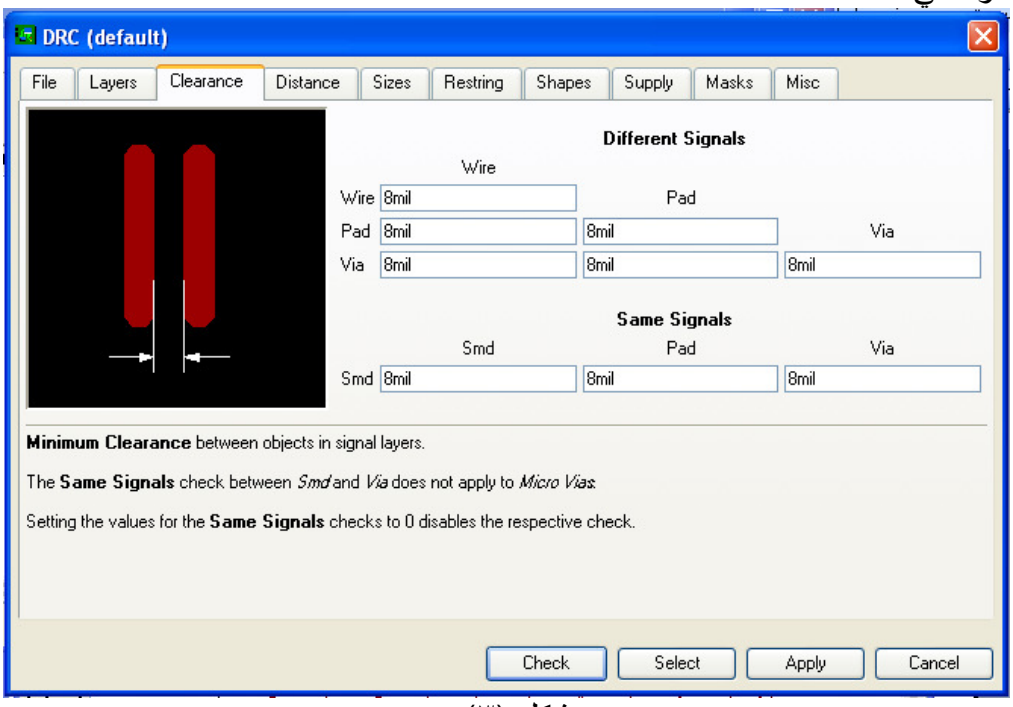
الأوامر : عْرضُ DISPLAY، الطبقة LAYER، سلك WIRE، والتوجيه ROUTE تعمل فقط مع طبقاتِ الإشارة هذه و المعرفة في إعدادِ الطبقةَ.

تحميل ملف لوح دائرة مطبوعة مصمم بإصدارات أقدم يجعل البرنامج يقوم بعملية فحص لأي طبقات إشارة تحتوي على أسلاك. تَظْهرُ هذه الطبقاتِ في إعداد الطبقةِ. رجاءً قم بضبطها إذا كان من الضروريِ.

٩-٤-٢ الخلوص الأدنى Minimum Clearances

يُشيرُ الخلوص إلى المسافاتِ الدنيا بين المساراتِ، الوسائد، العناصر سطحية التثبيت و نقاط العبور vias للإشاراتِ المختلفةِ، وبين العناصر السطحية، الوسائد و نقاط العبور vias للإشارات نفسها – الشكل (٣).

إعداد القِيَمُ لنفس الإشارة Same signal يفحص عند القيمة صفر، ويُعطّلُ الفحص الوصفي.

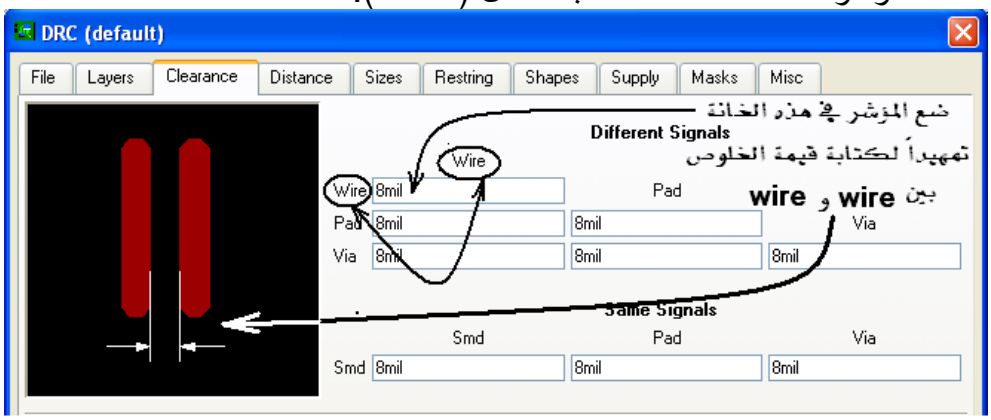


شكل (٣)

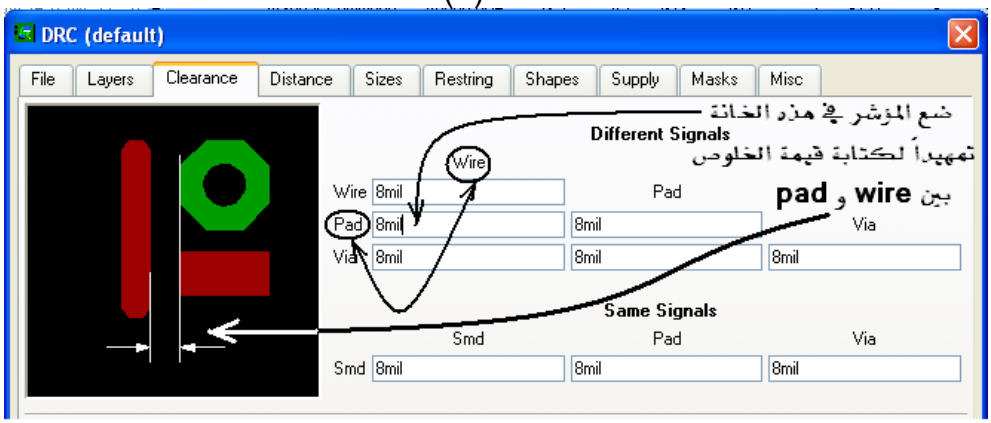
ملاحظات على نافذة DRC في حالة الخلوص:

- الخلوص الأدنى بين الكائنات الرسومية في طبقات الإشارة.
- الفحص في حالة "نفس الإشارات Same Signals " بين العناصر السطحية SMD و نقطة العبور Via لا يطبق على نقاط العبور الدقيقة Micro Vias .
- إعداد القيم لـ Same Signals يفحص عند الصفر يضعف الفحص الوصفي.

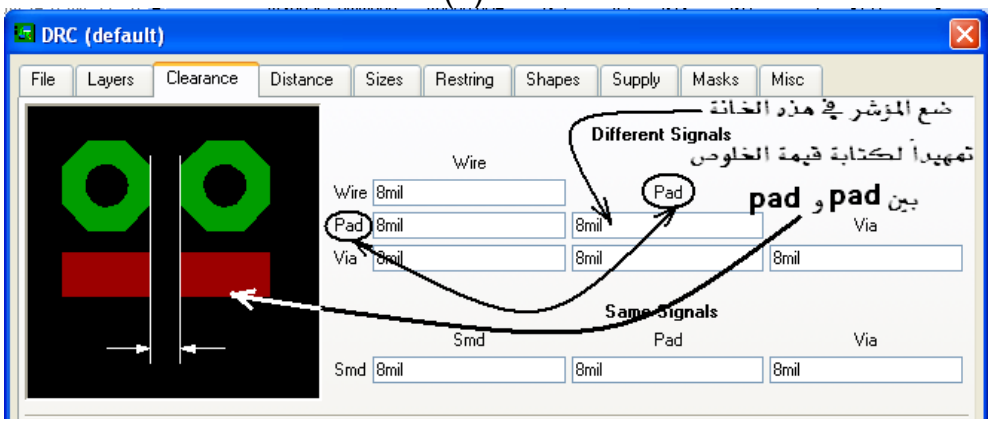
لاحظ في نافذة DRC -حالة الخلوص ، كيف يتم تغيير قيمة الخلوص بين الحالات المذكورة سابقاً. عند وضع مؤشر الكتابة في خانة كتابة قيمة الخلوص المطلوب بين فئة العامود و فئة صف الخانة كما بالأشكال (٤،٥،٦).



شكل (٤)



شكل (٥)

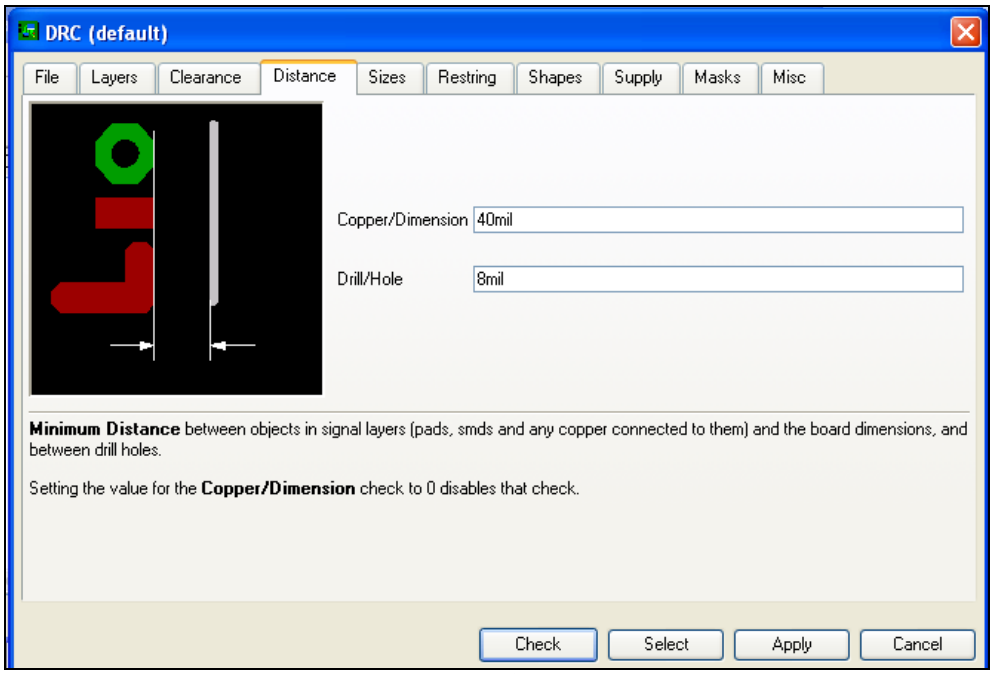


شكل (٦)

٩-٤-٣ المسافة Distance:

تَسْمحُ المسافةُ Distance بتنفيذ الإعدادات عند المسافاتِ الدنيا بين الكائنات الرسومية في الطبقةِ رقم ٢٠/ Dimension / والتي فيها يتم عادة رسم الإطار الخارجي board outline للوح، وبين الفتحاتِ Holes.

إعداد القيمةُ للنحاسِ / البُعد Copper/Dimension عند القيمة صفر يعمل على غلق فحص الخلوص الأدنى بين النحاس و البعدِ. في هذا الحالةِ لا يَميز برنامج EAGLE فتحاتَ التثبيت التي يتم وضعها على الأسلاكِ. الشكل (٧) يوضح نافذة DRC في حالة المسافة.



شكل (٧)

ملاحظات في نافذة DRC –حالة المسافة:

- المسافة الدنيا بين الكائنات الرسومية في طبقة الإشارات (الوسائد، العناصر السطحية و أى نحاس موصول معاً) و أبعاد اللوح ، و بين الفتحات المثقبة .
- إعداد القيمة لفحص copper/dimensions عند الصفر يضعف هذا الفحص.

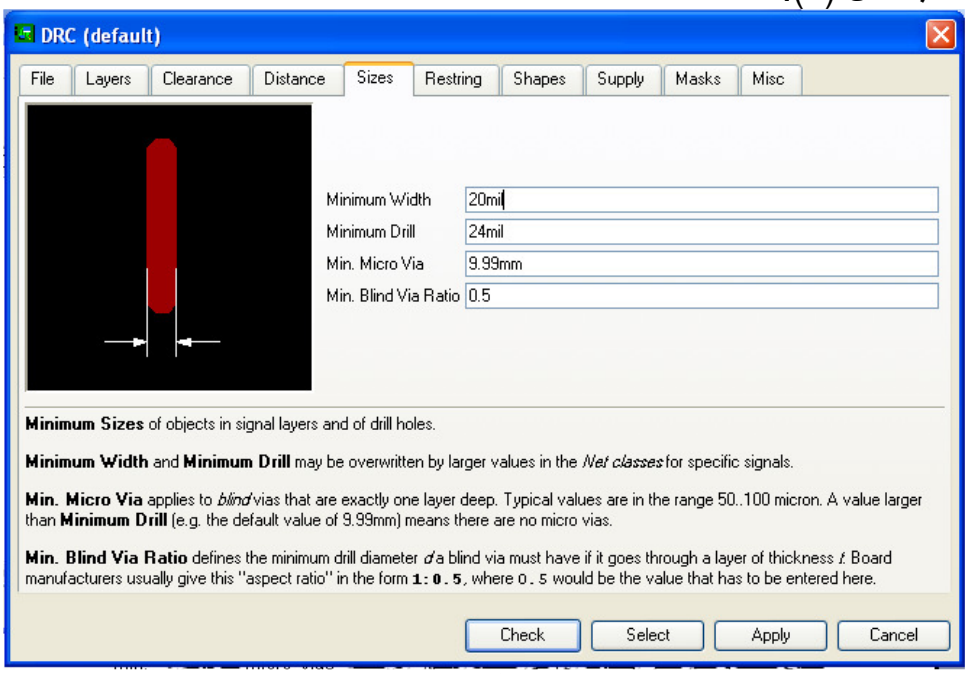
المضلّعات لا تبقي مسافتها للكائنات الرسومية في الطبقةِ ٢٠، Dimension!

الوصلات الشبكية Nets التي تنسب إلى أصنافِ خاصّةِ تكون مستثناة هنا. قِيَم الخلوص الأدنى وأقطار الفتحات تم تعريفها بواسطة تطبيق الأمر CLASS عليها، معطية إياها قيم أعلى مِنْ القيم المعطاة في قواعد التصميمَ.

درجة التحليل resolution الدنيا لبرنامج EAGLE تساوي ١٠.٠٠٠/١ من المليمتر. وهذا يبرر لماذا أن DRC يُمْكِنه الكشف عن أخطاء المسافةِ و الخلوص الأكبر فقط مِنْ ١٠.٠٠٠/١ مليمتر.

٩-٤-٤ المقاسات Sizes :

الحد الأدنى لقيم عرضِ المسارِ النحاسي track width وقطرِ الفتحةِ hole diameter المسَموحَ به في تخطيط اللوح ، يتم اختياره خلال نافذة DRC عند حالة المقاسات كما بالشكل (٨).



شكل (٨)

ملاحظات في نافذة DRC –حالة المقاسات :

- المقاسات الدنيا للكائنات الرسومية في طبقات الإشارة و لفتحات التثبيت المثقوبة

- العرض الأدنى Minimum Width و الثقب الأدنى Minimum Drill ربما يتم كتابتهما بواسطة قيم أكبر في فئات الوصلات الشبكية Net classes للإشارات النوعية.
- نقطة العبور الدنيا Min. Micro Via تطبق لنقاط العبور المستورة و التي تكون عمق الطبقة بالضبط. القيم النموذجية تكون في المدى من ٥٠ الى ١٠٠ ميكرون. القيمة الأكبر من الثقب الأدنى Minimum Drill (أو كما يقال ، القيمة القياسية ٩,٩٩ مليمتر) يعني أنه لا يوجد نقاط عبور دقيقة.

هنا تقوم بوضع نسبة عمق الثقب drill depth إلى قطر الثقب drill diameter للألواح التي تحتوي نقاط العبور المستورة blind vias. الرجاء الاتصال بمورد ألواح الدوائر المطبوعة boardhouse للاستفسار عن هذه المعلوماتِ! إذا قام مورد ألواح الدوائر المطبوعة بتحدّيدُها ، على سبيل المثال، نسبة العمق إلى القطر تساوي ١:٠.٥ فإنه يَجِبُ إدخال القيمةَ ٠.٥ في خانة نسبة أدنى نقطة عبور مستورة Min. Blind Via Ratio.

يَجِبُ عليك وضع قطرَ المثقابِ الأدنى لنقاط العبور الدقيقة micro vias في نافذة Min. Micro Via. بإعداد هذه القيمةِ أعلى مِنْ القيمةِ في الحَدّ الأدنى للثقب Minimum Drill يَعْني بأنه ليس هناك نقاط عبور vias دقيقة مستعملَة (default).

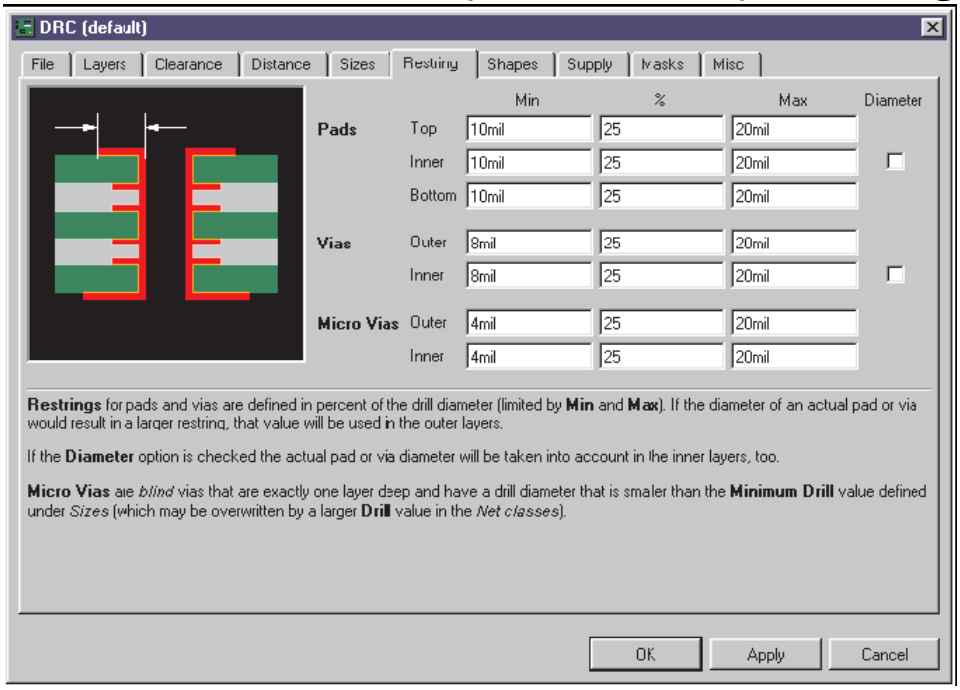
٩-٤-٥ الطوق المتبقي للوسادة Restring :

الإعدادات التي تتم تحت مسمى Restring تحدد عرض الحلقة المتبقية للوسادة pads، ونقطة العبور vias، و نقاط العبور الدقيقة micro vias . تنسب الحلقة المتبقية إلى حلقة النحاس التي تتبقى حول الثقب بعد ثقب الوسادة أو نقطة العبور. الاختيارات المختلفة يُمْكِنُ أَنْ تتم لعرضِ الحلقة المتبقية في الطبقات الداخلية والخارجية. ربما أيضاً تختلف الوسائد بين الطبقتين العلوية و السفلية .

عادة يتم التعبير عن القيمة كنسبة مئوية مِنْ قطرِ الفتحةَ. الحَدّ الأدنى والحَدّ الأقصى للقيم يُمْكِنُ توصيفهما إضافة إلى ذلك.

طالما قمت بتغيّيرُ معامل parameter وقمت بالنْقرُ على مفتاح التطبيقِ Apply يُمْكِنُك أَنْ ترى التأثيراتَ مباشرة على تخطيطِ اللوح. إذا أردت استعمال قِيَمِ مختلفةِ للطبقةِ العليا والسفلى (أَو أشكال مختلفة، انظر جدول الأشكالِ Shapes tab)، فإنه قد أوصى بوضع لونِ الطبقةَ للطبقة رقم ١٧، pads، و الطبقة رقم ١٨، Vias، تماماً مثل لون الخلفيةَ (أسود أَو أبيض). في هذه الحالةِ يُمْكِنُك أَنْ تنجز المقاس الحقيقيَ وشكلَ الوسادةِ / نقاط العبور، في طبقتِه الخاصةِ.

يوضح الأمر INFO قطرِ نقطة العبور مُنفصلاً للطبقات الداخلية والخارجيةِ، وإضافة إلى ذلك القيمة المعرّفة من قبل المستعمل أولياً.



شكل (٩) قواعد التصميم : إعداد الطوق النحاسي

الشكل يوضح شبلونة إعداد العرض width للحلقة المتبقية. إنّ القيمةَ القياسيةَ للنحاس المتبقي حول الفتحاتِ تساوي ٢٥ % من قطر الفتحة أو الثقب. و حيث أن عرض الحلقة المتبقية حول الثقوب الصغيرة المصنفة بهذه الطريقة سوف يهبط بالقيمة إلى أقل من القيم الفنية المعقولة،فإن القيم الدنيا تم تصنيفها هنا كما يلي:

pad	10 mil
vias	8 mil
Micro vias	4 mil

و من المحتملُ أيضاً تَحديد حَدّ أقصى للقيمة.

مثال:

إنّ العرض المتبقي من الحلقةَ حول ثقب قطره يساوي ٤٠ مل هو ١٠ مل (وهى التي تمثل ٢٥% من قطر الثقب) و لذا فهى تقع بين الحَدّ الأعلى والحَدّ الأدنى للقيم. إذا كان قطر الفتحةِ فقط 24 mil (ومثال على ذلك: - نقطة عبور)، فإن الحساب يعطي قيمة حلقة متبقية تساوي فقط 6. mil و لعمل لوح بتكنولوجيا قياسيةِ يعتبر هذا رفيعُ

جداً ، و لا نستطيع بسهولة تنفيذه. و بالتالي رُبَما يتضمّنْ هذا تكلفة زائدة. وفي هذه الحالةِ نجد أن الحَدّ الأدنى للقيمة يكون في حدود 10 mil.

إذا كنت تَحْبُّ تَعريف حلقة الوسادة المتبقية restring بالعرض الثابت fixed width ، استعملُ نفس القيمةِ للحَدّ الأدنى والحَدّ الأعلى. القيمة بالنسبة المئوية لَيْسَت لَها تأثيرُ في هذه الحالةِ.

قم بإعداد صناديقِ الفحص للقطر(Diameter)، و سوف يؤخذ في الاعتبار قطر الوسادة أو نقطة العبور via/pad للطبقات الخارجية. وهذا يُمكنُ أَنْ يَكُونَ مهماً إذا زاد قطر الوسادة أو نقطة العبور عن القيمة المحسوبة. ما عدا ذلك فإن الوسادة أَو نقطة العبور في الطبقاتِ الداخليةِ سَتَكُونُ أصغرَ مِنْها في الطبقاتِ الخارجيةِ. إذا أردت أن تكون كل الوسائد أو نقاط العبور vias لها نفس القطر في كل الطبقات ، قم بإعداد خيار القطر Diameter .

يتم وضع الخيارَ مفصولاً، بواسطة القياسي default، للألواحِ المَنشأة الجديدةِ، لكن ستكون عاملة أو نشيطة للألواح التي تم تحديثها من الإصدار ٣.٥ أَو مسبّقةِ لأن في هذه الإصدارات تكون الوسائد و نقاط العبور لها نفس القطر في كل الطبقات. هكذا فإن عملية التجديد لا تُغيّرُ التخطيطَ الأصليَ للوح الدائرة المطبوعة. كُلّ القِيَم يُمْكِنُ أيضاً أَنْ تعطى بالمليمتراتِ (على سبيل المثال ٠.٢ مليمتر).

٩-٤-٦ أشكال نقاط اللحام (الوسائد و نقاط العبور):

أشكال نقاط اللحام للعناصر السطحية Smd:

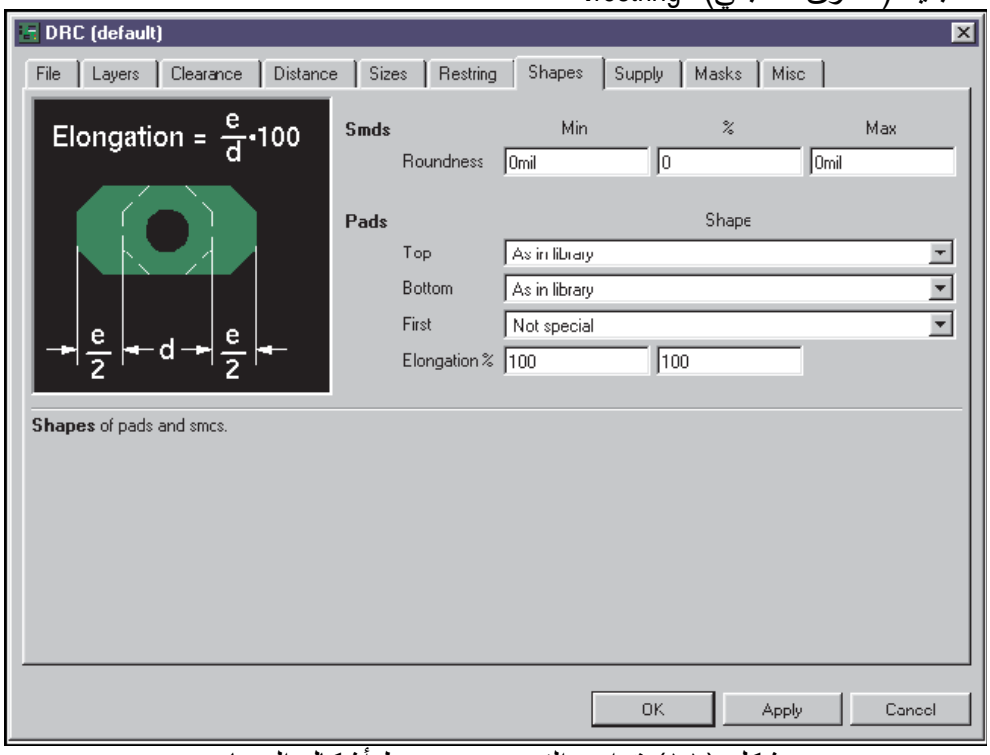
تخصص نقاط اللحام الدائرية لوسائد العناصر السطحية. قيمة الدوران يُمكنُ أَنْ تَكُونَ بين ٠ % (لا يوجد دوران) و١٠٠ % (حَدّ أعلى للدوران).

شكل (١٠)

نقطة لحام العناصر السطحية المربعة تم وضعها بدلا من مستطيل واحد أقصى الطرف اليمين للرسمة. بعد تَخصيص الدوران بنسبة Roundness = 100%، فإن نقطة لحام العناصر السطحية تصبحُ مستديرة. الشكل (١٠).

نقطة اللحام للعناصر التقليدية (الوسادة Pad) :

في هذا الجزء يتم تحديد شكل الوسائد كما بالشكل (١١). من المحتملُ إعْطاء إعدادات مختلفِة للطبقاتِ العليا والسفلي. الخيار As في المكتبةِ library option يهيئ التكوين المعرف في محرر التغليف Package Editor. بالنَقْر على Apply يوضح التغييرَ الفوري في محرّرِ تخطيطَ اللوح Layout Editor. الوسائد خلال الطبقاتِ الداخليةِ تكون دائماً مستديرة، يصبح القطر مُحدَّد بواسطة أعدادات عرض الحلقة المتبقية (الطوق المتبقي) restring.



شكل (١١) قواعد التصميم : ضبط أشكال الوسادة

الاستطالة elongation هى عبارة عن نسبة الطول إلى العرضَ aspect ratio للوسائد الطويلة Long و التعويضية Offset (انظر الصورة). تعطى القيمةَ في صورة النسبة المئوية . قم بالنقر بالفأرة في حقلِ Long أو Offset والصورةِ على اليسارِ توضح قاعدة الحساب المناظرة.

النسبة المئوية ١٠٠ % تكافئُ نسبة الطول للعرضِ ٢ : ١ . النسبة المئوية ٠ % تُؤدّي إلى وسادة على شكل مثمّن طبيعي بنسبة الطول للعرضِ ١:١. بينما الحَدّ الأعلى ٢٠٠ % (بنسبة ٤:١).

ملاحظات على العرض display في محرِّر تخطيطَ اللوح Layout Editor :

إذا كانت الوسائد أَو نقاط العبور vias تأخذ أشكالُ مختلفةُ على طبقاتِ مختلفةِ، فإن أشكال طبقات الإشارة المرئية حالياً (يتم تنشيطها بواسطة DISPLAY) ظاهرة على قمة كل منهم .

إذا كان اللون المختار للطبقة رقم ١٧، pads، أَو الطبقة رقم ١٨،Vias ، هو 0 (الذي يُمثّلُ لون الخلفيةِ الحالي)، فإن الوسائد و نقاط العبور vias يكونا مَعْرُوضين في اللونِ وملءِ شكل طبقتيهما الوصفيتين. إذا لم يكن هناك طبقةَ إشارة مرئيةُ، فإن الوسائد ونقاط العبور vias لَمْ يتم عْرَضهما.

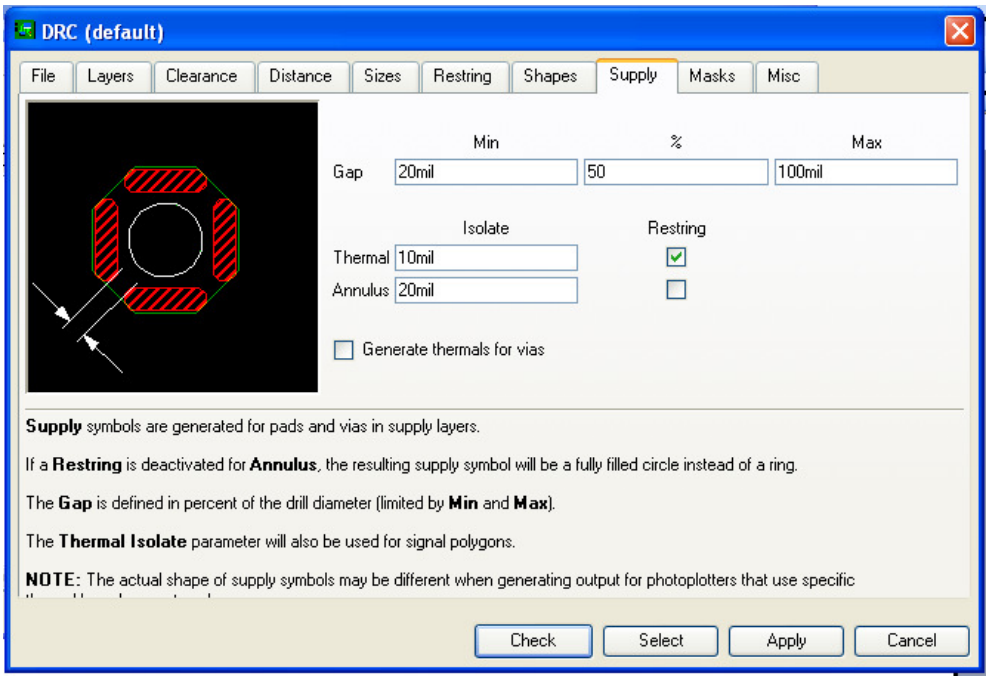
إذا كان اللونَ المختار للطبقة رقم ١٧، Pads، أَو الطبقة رقم ١٨، Vias، لَيسَ هناك لون للخلفيةَ ، فإنه لن تكون طبقاتَ الإشارة مرئية، بينما الوسائد ونقاط العبور vias يتم ظهورهما في شكل uppermost and undermost layer. وهذا أيضاً يطبق على المطبوعاتِ المنفذة بالأمر طبع PRINT.

٧-٤-٩ التغذية Supply :

في هذا الجزء سوف نشرح كيفية تُحديدُ الإعدادات للرموزِ الحلقية والحرارية لنقاط التغذية بلوح الدائرة المطبوعة. و هى عبارة عن رموز خاصّة يتم إنشائها في طبقات التغذية التي يتم إنشائها آلياً (اسمِ الطبقةِ يبدأ بالعلامة $). و هذا التكوين إذا لم يوجد في الأصل فإن نقاط التغذية هذهَ سترتفع درجة حرارتها و يؤدي الى حدوث أعطال في لوح الدائرة متعددة الطبقات.

يقوم برنامج EAGLE بحساب الأبعادَ المطلوبةَ للفتحات الحلقية و الحراريةِ مستندة على قطرِ ثقبِ الوسادةَ وإعداد المعاملات الحلقية والحرارية في قواعدَ التصميمَ:

تحدد قيم العزل Isolate للتيار الحراري thermal والعمود الحلقي annulus ، عرضَ width القنطرة أو الحلقة الحرارية. أنظر الشكل (١٢).



شكل (١٢)

يحدد خيار الحلقة المتبقية من الوسادة Restring سواء قنطرة العزلَ للرمز الحراري التي يَجِبُ رسمها فوراً عند حافةِ الفتحةِ أو عند مسافة مِنْ الفتحةِ المعطاة بقيمةِ الحلقة المتبقية (جدول Restring ، إعداد Inner)

تعرّف الفجوةُ Gap على أنها المسافة بين قناطر العزلَ (أو هى عرض قنطرة النحاس التي تربط طوق الوسادة و المضلع أو الصب النحاسي للوح) على الرمز الحراري. و تعرف المواصفاتَ بالنسبة المئوية % مِنْ قطرِ الفتحةَ، ومُحددة بالحَدّ الأعلى والحَدّ الأدنى للقيمِ.

إذا كان خيارِ الحلقة المتبقية للوسادة Restring للعمود الحلقي مُعَطَّلُ ،فإنه يتم توليد الدائرة المملوءة بدلاً مِنْ حلقةِ العمود الحلقي. و هي عبارة عن إعداد قياسي. تطبق أيضاً قيمة العزل للتيار الحراري على المضلّعاتِ polygons . فهي تحدد المسافة بين المضلّع والحلقة المتبقية من الوسادةِ أو نقاط العبور التي ترتبط مع المضلع خلال الرمز الحراري.

توليد الحراريات thermals generate لأجنحة نقاط العبور vias تسمح للرموز الحرارية عند تماسات الثقوب الخلالية through hole. ما عدا ذلك فإن نقاط العبور vias تكون موصولة بالكامل للسطح النحاسي. هذا يطبق أيضاً للمضلّعاتِ. لَكنَّ يُمْكِنُك أَنْ تُعطّلَ هذا الخيارِ للمضلعات المفردة (CHANGE THERMALS OFF). الحسابات للإنشاء الآلي للرموزِ في طبقاتِ التغذية هى كما يلي:

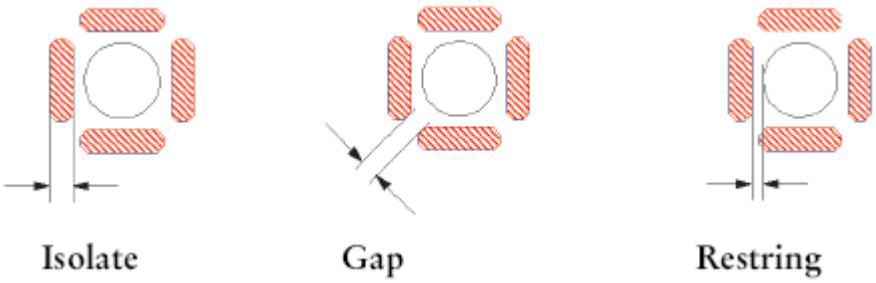
Annulus:

```
Inner diameter = pad hole diameter + 2 * restring
Outer diameter = max(pad-hole diameter, inner diameter)
                   + 2*isolate
```

Default: restring = 0 (fully filled), isolate = 20 (mil).

Thermal:

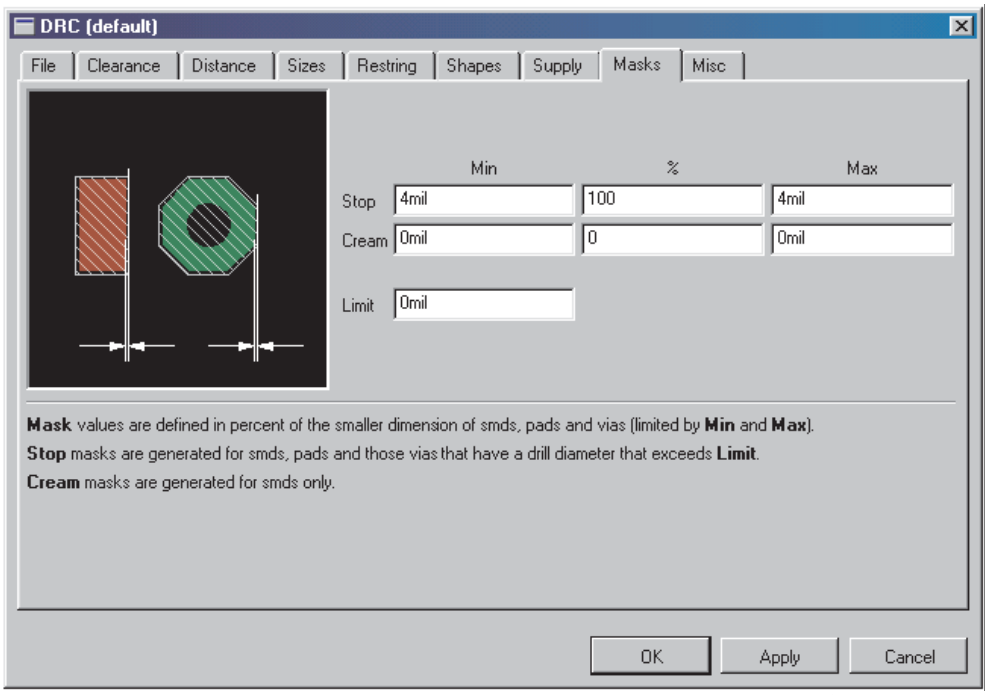
```
Inner diameter = pad hole diameter + 2 * restring
Outer diameter = inner diameter + 2 * isolate
```



شكل (١٣)

٩-٤-٨ الأقنعة Masks :

الإعداد للقياس الزائد overmeasure لقناعِ توقّفِ اللحامَ (Stop) وقناع معجون اللحام (Cream) يتم عمله خلال النافذة الموضحة بالشكل (١٤).



شكل (١٤) قواعد التصميم : إعدادات إيقاف اللحام و إطار الكريم

إنّ القيمةَ القياسية لتوقّفِ اللحامِ تساوي 4 mil، وبمعنى آخر: . الحَدّ الأدنى والأقصى للقيمة هو القيمة 4 mil. و النسبة المئوية للقيمة لَيْسَ لَها تأثيرُ في هذه الحالةِ. القيمةَ لإطارِ المعجون يتم إعدادها بالقيمة 0 ، والتي تعْني بأنّ لَهُ نفس الأبعاد كما في العناصر السطحية smd.

إذا تم إعطاء القِيَم بالنسبة المئوية، في حالة smds و الوسائد الطويلة Long و المعدلة Offset الشكل، فإنّ البُعد الأصغر يعتبر الشيء الوحيد الهامُّ . القِيَم يتم إعاقتها بالحَدّ الأدنى والحَدّ الأقصى للقيمِ.
يتم إعطاء قيمة للمعجون Cream إيجابية، كأنها إطارُ Frame ،بالرغم من أن تأثيرها يخفض مقاس قناعِ معجون اللحامَ solder cream mask ذو (creamframe). يتم توليد قناعَ معجون اللحامَ للعناصر السطحية SMDs فقط، وتظهر على الطبقة رقم ٣١، tCream، أو الطبقة رقم ٣٢، bCream. يتم رسم قناعَ توقّفِ اللحامَ solder stop mask في الطبقات ٢٩، tStop، أو ٣٠، bStop.

إعداد الإشارة إلى STOP أو CREAM (فقط للعناصر السطحية) إلى التوقف OFF لوسادة أو smd في تعريفِ التغليف يَمْنعُ برنامج EAGLE من تولّيدُ solder stop mask

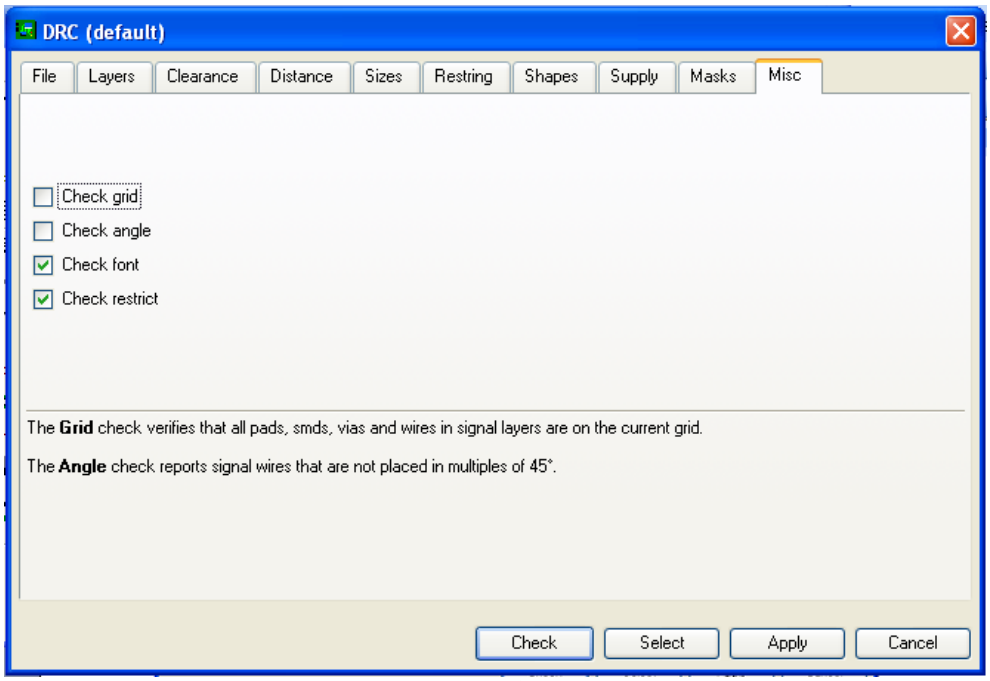
أوcream frame لها. الحدّ Limit يحدد، مع قطرِ الفتحةَ، سواء نقطة عبور أو غيرها سَيُغطّي بطلاء لحامِ التوقفُ solder stop lacquer.

مثال:
إنّ القيمةَ القياسية للحدِّ Limit هي الصفر . هذا يَعْني أن كُلّ نقاط العبور vias تُصبحُ لها رمز توقّف للحامِ solder stop symbol . وهى خالية مِنْ طلاء توقّفِ اللحامِ laquer.
ضِعْ الحدَّ Limit = 24:

كُلّ الثقوب الخلالية المَطْليةِ من الداخل بأقطارِ حتى ٢٤ mil ليس لها رمز توقف stop symbol (فهم مطليون بدهان اللاكيه they are laquered)، لكن نقاط العبور vias ذات أقطارِ الفتحةِ الأكبرِ من الحد Limit يُصبحُ لها رمز توقف لحام solder stop symbol. لنقاطَ العبور vias ذات أقطارِ الفتحةِ الأقل من الحدِّ Limit، فإنه يمكن الإشارة إلى وضع STOP (CHANGE STOP ON). ثم يولّدُ برنامج EAGLE قناع توقّفِ اللحامِ .

٩-٤-٩ أشياء أخرى Misc :

في هذه النافذة – شكل (١٥) يُمْكِنُك أَنْ تَختارَ أو ترْفضُ عملياتَ فحص مُخْتَلِفةَ:
فحص الشبكة البيانية يختبر سواء العناصرَ التي توضع بدقة على الشبكةِ البيانية الحالية المحددة بواسطة أمر الشبكةَ GRID . هذا الاختبار لَيسَ نافعَ دائماً، حيث أن العديد مِنْ حالاتِ العناصر devices قد تم إنشاؤه لكل من الشبكات البيانية المترية والإمبريالية و اللتان تكونا قيد الاستعمال في نفس الوقتِ. ليس هناك شبكةَ بيانية مشتركةَ يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ في مثل هذه الحالةِ.



شكل (١٥)

فحص زاويةَ Check angle: يؤكد أنّ كُلّ المسارات tracks تَوضِعُ بمضاعفات الزاوية ٤٥ درجةِ. هذا الاختبار يُتم منعه عادة، لكن يُمْكِنُ أَنْ يُنشّطَ إذا كان مطلوباً.

فحص شكل الخط اللغوي Check font قم باختيار فحص شكل حروف اللغة.

فحوص DRC إذا كانت النصوصِ مكتوبة بالخطِّ الموجهِ vector font . أما النَصّ المكتوب بغيرُ الخط الموجهُ يتم الإشارة إليه على أنه خطأ. هذا الفحص يكون ضروري بسبب حقيقةِ أن معالج CAM Processor لا يَستطيعُ العَمَل مَع أشكال الخطوط الأخرى عن الخطِّ الموجهِ لتوليد بياناتِ التصنيع.

افترض أنك تَستعملُ نَصَّ لخطِّ نسبيِ في الطبقةِ السفليةِ، ضِعُ هذا النص بين مسارين، واستعملُ معالجَ CAM Processor لتَوليد ملفات Gerber، فإنه من الممكن أَنْ يَحْدثَ قفله كهربائية shorted بين المساراتَ نتيجة لمقاس و نوع النَصِّ (يمكن تغير الارتفاع والطول للنَصِّ)!
القياسي Default: يسمح له.

فحص القيد Check restrict يُمْكِنُ إبطالها إذا كانت الكائنات الرسومية نحاسيةِ لا يَجِبُ فحصها ضد المناطق المحظورةِ (المقيدة) المرسومة في الطبقاتِ ٣٩، tRestrict، و٤٠، bRestrict.
القياسي Default: يسمح له.

التوقّف نتيجة لكثرة الأخطاءِ xx يُحدّدُ العددَ الأقصى للأخطاءِ في قائمة الأخطاء. طالما تواجد العديد مِنْ الأخطاءِ، فإن DRC يَتوقّفُ عن فَحْص تخطيط اللوح ويَقوم بفْتحُ قائمةَ الأخطاء آلياً.

هناك نصيحة عند معالجة الأخطاءِ الموجودة لاحقاً في هذا الفصلِ. يقوم DRC بمعالجُة الخَطّ الهندسي (سلك) الذي يأخذ الأسلوب LongDash، ShortDash أوDashDot بالطّريقة نفسها كخَطّ مستمر. إذا كان سلك مرسوم بأحد هذه الأساليبِ ويوْضَعُ كإشارة، فإن شكل السلك يَذْكرُ في التقرير Wirestyle error.

٩-٥ إنشاء اللوح Create Board:

٩-٥-١ بوجود المحرر التخطيطي With the Schematic Editor:

بعد أن يتم إنشاء الرسم التخطيطي schematic، قم بالنْقرُ على أيقونةَ اللوح Board. يتم توليد حدود لوح الدائرة المطبوعة فارغ، وبجانبه مجموعة العناصر التي تم استخدامها في الرسم التخطيطي ولكن في الشكل التغليفي، حيث تكون مرتبطة معاً بالخطوط الهوائية airwires. يتم توصيل الأطراف الدبوسية الخاصة بالتغذية بواسطة الإشارات التي تناظر مسمياتها، ما لم يكن هناك نقطة توصيل شبكية أخرى بشكل واضح مرتبطة إليهم.

يتم ربط ملف اللوح بملف الشكل التخطيطي بواسطة الملاحظات التفسيرية الأماميةِ & الخلفية. بشرط أن يكونا كلا الملفين محملين دائماً أثناء التَحرير حيث يضمن بَقائهم ثابتِين. أي تعديلات تحدث في أحد الملفِين يتم تنفيذها آلياً في الملف الآخر.

إذا حدث، على سبيل المثال، وتم تحميل الشكل التخطيطي و تم تحريرها بدون أن يكون تخطيط اللوح محملاً، فإن التناسق يكون قد ضاع فيما بينهما. و تصبح خاصية الملاحظات التفسيرية الأمامية & الخلفية عديمة الفائدة هنا. ومن ثمّ يجب أن تعالج الاختلافات يدوياً بمساعدة رسائل الأخطاء المزوّدة بواسطة ERC.

٩-٥-٢ بدون المحرّرِ التخطيطي Without the Schematic Editor:

إذا عملت بدون محرّر تخطيطي، فيَجِبُ أَنْ تقوم بتوليد ملف لوح جديد، و وضِعُ أغلفة العناصر بواسطة الأمر ADD وتعرّيفُ الوصلات بالأمر SIGNAL .
لفَهْم هذه العمليةِ، رجاءً اقرأ جزء كيفية وَضْع العناصر في الصفحةِ ()، وجزء كيفية تصنيف فئات الوصلات الشبكية Net Classes في صفحةِ (). هاتان النقطتان تطبقان على محرر تخطيط اللوح Layout Editor بالإضافة إلى محرر الشكل التخطيطي.

أما الخطوات الباقيةَ فهى مماثلة للقائمين بالتصميم مَع وبدون المحرّر التخطيطي Schematic Editor .

٩-٦ تصميم لوح دائرة مطبوعة بدون دائرة تخطيطية:

Designing a Board without a Schematic

في هذا الجزء سَوف تقوم بتصميم لوح دائرة مطبوعة صغيرة و محاولة التعديل فيها باستخدام محرر التخطيط Layout Editor فقط. أولاً، يجب أن تقوم بتنفيذ لوح دائرة مطبوعة بدون شكل دائرة تخطيطية كتمرين سابق لتنفيذ لوح دائرة مطبوعة من الشكل التخطيطي.

هذا الجزء مفيدُ بشكل رئيسي لأولئك المصممين الذين لَيْسَ لهُمْ نموذج دائرة تخطيطيةُ. إذا كان لديك نموذج دائرة تخطيطيةُ على ورق و تريد تصميم لوح الدائرة المطبوعة مباشرة فإنك عادة لا يَجِبُ أَنْ تَتعاملَ بالخطواتِ التي ستوصف في الجزء التالي. بل يَجِبُ أَنْ تقرأ، على أيةِ حال، خلال هذا الجزء لكي تتعاملُ مع بَعْض النقاطِ المفيدةِ عموماً.

و لكي نبدأ تنفيذ لوح الدائرة المطبوعة مباشرة دون الإعداد المسبق للدائرة التخطيطية، قم بفتح ملف جديد من واجهة التحكم Control Panel بواسطة القائمة المنسدلة File/New/Board وقم بتكبير نافذة المحرّرِ editor window .

٩-٦-١ تعريف شكل اللوح : Defining Board Shape

أول شيء سوف نقوم بعمَلُه هو تعرّيفُ شكلَ اللوح. وقبل تَعريف الشكل، يَجِبُ أَنْ تُؤسّسَ وحدةَ القياسِ التي ستستعملها لرسم حدود أو الشكل الخارجي للوح الدائرة المطبوعة. يجب استعمال الشبكةِ البيانية الأصليةِ (القياسية) التي يُمْكِنُ اختيارها

بالنَقْر على أيقونةِ GRID الشبكةَ البيانية في شريط معاملات الأوامر. ثمّ النقر على مفتاح Default والنقر على موافق OK عند فتح صندوق حوار الشبكة GRID .

الخطوط الخارجية للوح الدائرة المطبوعة يجب أن ترسم بالأمر WIRE مستخدماً الطبقة رقم ٢٠ layer 20 ، البُعد *Dimension* : انقر الأمر WIRE ، ثم اختر الطبقة رقم ٢٠ مِنْ صندوقِ المجموعةَ combo box في شريط معاملات الأوامر.

ضِعْ المؤشّر في نقطةِ صفر المحاور، وقم بالنقر لتحديد نقطة البداية للخطوط الخارجية للوح. حرّكْ المؤشّر بعض الشّيء إلى اليمين، قم بالنقر على الزر اليمين للفأرة حتى تصبح كلا الخطين متعامدين (٩٠ درجة) ، و ضع المؤشر بالقرب من المحاور (٤.٠٠ ٣.٠٠). ثَبّتْ الخطوط أو الشكل الخارجي للوح outline عند هذه النقطةِ مَع إحداث نقرة وحرّك المؤشّر للخلف من نقطة صفر المحاور.

بالنَقْر مرتين على زرِّ الفأرة اليسارِ سَوف تَنهي الأمر WIRE. و بذلك يكون الشكل الخارجي outlines للوحةَ معرّفُاً الآن. استعمل الأمر MOVE، فإن أضلاع الشكل الخارجي المرسوم يُمْكِنُ تُحرّيكَها لتغيير الأبعاد، أو استعمل أمر الإلغاء UNDO والإعادة REDO لاستدعاء الأعمالِ السابقةِ وربما تعمل تغييرات. المفتاحان Alt+F2، أو النْقرُ على أيقونة التصغير أو التكبير للضبط على الشاشة، سيعمل على ملائمة اللوحةَ مع الشاشةِ.

٩-٦-٢ وضع الشبكة البيانية Placement Grid

قبل وَضْع العناصر، من المُهم بَدْء إعداد الشبكةِ البيانية لوضع العنصر. وشبكة تنسيبِ العنصر قَدْ تَكُون مختلفةَ عن الشبكة المستعملة لرسم شكلِ اللوحةَ، وبشكل دائم تقريباً تختلف عن الشبكة المستعملة لتوجيه رْبطُ الأسلاكَ. في التمرينِ التالي لما سبق سَتستعملُ الشبكةَ الأصلية (القياسية) ٠.٠٥ من البوصة التي تكون موضوعة بالفعل.

٩-٦-٣ وَضْع العناصر Placing Components

انقر على الأمر ADD من شريط الأوامر command toolbar و ابحث عن العناصر ذات التغليف DIL14.

أنقر مرتين على مدخل التغليف DIL 14-pin. الآن تجد أن هذا التغليف قد ارتبط بالمؤشر. و يمكنك إدارته بالزر اليمين للفأرة كما يمكنك وضعه في موقعه بواسطة

الزر اليسار للفأرة. قم بوضع عنصرين من ذوات التغليف DIL14. استعمل المفتاحين F3 و F4 للتصغير و التكبير .

إذا أردت وَضْع العنصر في أيّ اتجاه (مائل بزاوية معينة) في تخطيطِكَ فإنه من الممكن تَعريف أيّ قيمة زاويةَ من شريط معاملات الأوامر parameter toolbar بينما العنصر مرتبط بالفأرة. لعمَلُ هذا قم بالنقر إلى صندوقِ المجموعةَ combo box ، وقم بكتابة قيمةَ الزاوية لإحداث الدورانِ rotation ، واضغط على مفتاحَ Enter. الآن العنصر المدار يتبع المؤشر و مهيأ لوضعه في أى موقع.

استعمل الأمر Rotate لتَغيير اتجاه أو ميل العناصر و ذلك بعد وُضِعهم في التخطيطِ. الأمر ROTATE يعمل بالخطوة ٩٠ درجة كوحدة أساسية أو قياسية.

لإدَارَة العناصر بأيّ زاوية قم بإدْخالُ القيمةَ المطلوبةَ في حقلِ زاويةَ Angle شريط معاملات الأوامر parameter toolbar بينما الأمر نشيط. و الآن قم بالنْقرُ على العنصر لإدارته . أبقِ زرَّ الفأرَة مضَغوطَاً بعد اختيار العنصر حيث يُمْكِنُك إدارته بينما أنت تحرك الفأرة. الزاوية الحالية سَوف تظهر في شريط معاملات الأوامر.
إذا أردت استعمال أنواع من الأغلفة الأخرى مِنْ المُعَرَّفةِ سابقاً (مثال على ذلك: - عناصر التثبيت السطحي smd بدلاً مِن أغلفة العناصر ذات التثبيت من خلال الثقوب)، يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ الأمر Replace. لمعلوماتِ أكثر تفصيلاً برجاءً إلقاء نظرة على وظيفة طلب المساعدة.

٩-٦-٤ وَضْع أغلفة العناصر السطحية Placing SMD Packages

الآن استخدم الأمر ADD لوَضْع اثنان من العناصر السطحية و هما المقاومتان ذوات التعريف ١٢١٠ على اللوحةِ (نمط بحثِ: R1210). إذا كنت تَعْرفُ اسمَ التغليف، يُمْكِنُك كتابته

```
ADD R1210 ←
```

or

```
ADD R1210@smd-ipc ←
```

لجَلْب التغليف استخدم نافذة كتابة الأوامر command line لكتابة مكتبة معيّنة. إذا نويت وَضْع التغليف في زاوية معينة، يمكنك إدخال قيمة الزاوية مباشرة:

```
ADD R1210@smd-ipc R22.5 ←
```

تَظْهرُ وسائد (نقاط لحام) العناصر السطحية حمراءِ، و هي تَعْني، أنّها على الطبقةِ رقم ١، على القمة، من اللوح. ولنَقْلهم إلى الطبقةِ السفليِ، استخدم الأمر مرآة

MIRROR . قم بالنقر على أيقونةِ المرآةَ MIRROR في شريط الأوامر command toolbar وانقر على التغليف.
طالما أن الأمر MIRROR نشيط، يُمْكِنُك أَنْ تُحرّكَ الأغلفة إلى الجانب الآخر للوح. التمرينِ التالي لما سبق، هو وجوبُ وضع الأغلفة على طبقة القمة (ذات اللون الأحمر) .

٩-٦-٥ التزويد بالأسماءِ Providing Names

لتَخصيص اسم للأغلفة التي وضعت في التو: انقر على الأمر NAME في شريط الأوامر command toolbar. حرّكْ المؤشّر قُرْب نقطةِ الأصلَ (المشار إليها بالخطين المتقاطعين) من التغليف الأول DIL14 وانقر. تظهر النافذة popup window. اكتب

IC1 ←

وهو الاسم الجديد المخصّصُ للتغليف. كرّرْ هذه العمليةِ لتَسْمِية الأغلفة الباقية IC2, R1, and R2 .

٩-٦-٦ التزويد بالقِيَمِ Providing Values

لتَخصيص القِيَم لعنصرِ: انقر على الأمر VALUE لوضع قيمة في شريط الأوامر. حرّكْ المؤشّر قُرْب الدائرة المتكاملة رقم ١ الأصلِية IC1 وقم بالنقر. تظهر النافذة popup window . قم بكتابة

CD4001 ←

تصبح ألان الدائرة المتكاملة رقم ١ IC1 لها القيمة CD4001. أستعمل الأمر قيمةَ VALUE لتخصّيصُ القيمة CD4002 للدائرة المتكاملة رقم ٢ IC2، والقيمة 100k للمقاومة رقم ١ R1 ، و القيمة 22k للمقاومة رقم ٢ R2 .

٩-٦-٧ تعريف الإشارات: Defining Signals

الخطوة التالية هو تُعرّيفَ الإشاراتَ signals وتأسّيسُ وصلاتها باستخدام الأسلاك الهوائية (المطاطية) airwires (rubberbands). أولاً، قم بتوصيلُ الوسائد الأرضيةَ:
قم بالنقر على الأمر SIGNAL ثم اكتب :

GND ←

قم بالنقر على الوسادةِ رقم ٧ من الدائرة المتكاملة رقم ١ (IC1-7) وحرّكُ المؤشّر إلى IC2-7 وقم بالنقر مرتين لإنْهاء التوصيل الأرضي الهوائي airwire GND .
تصبح الوسادتين الآن موصلتانِ إلى إشارةِ الأرضي GND.

ثانيا سَنُقوم بتوصيلُ إشارة الجهد VCC . اكتب

VCC ←

قم بالنقر على IC1-14، حرّكُ المؤشّر إلى IC2-14 وقم بالنقر مرتين لإنْهاء خط السلك الهوائي airwire VCC. عرّفْ الإشاراتَ الأخرى مستخدماً نفس الإجراءِ. إذا كنت لا تُريدُ تَحديد الأسماءِ للإشاراتِ في هذا الوقتِ قم بالنقر على وسادة لبدأ إشارة والنقر مرتين لإنهاء تنفيذ الوسادة (أَو النْقرُ على أيقونةَ إشارةِ التوقّفَ). سوف يقوم برنامج EAGLE بعد ذلك بتولّيدُ أسماءَ نقط الاتصال الشبكيةِ آلياً والتي يُمْكِنُ تُغيّيرَها بالأمر NAME.

مصطلحات برنامج EAGLE : الوسائد Pads تكون خلال الفتحاتِ للعناصر التقليديةِ (تستعملَ في الأغلفة). الأطراف الدبوسية Pins هي عبارة عن نقاطَ اتصال للرموزِ التخطيطيةِ. وسائد Smd عبارة عن وسائد العناصر السطحية (استعملت في الأغلفة).

يُمْكِنُ حْذَفَ الاسلاك الهوائية Airwires بالأمر Delete إذا كنت لا تَعْملُ تحت تحكم الملاحظات التفسيرية للأمام & للخلف (في مثل هذه الحالةِ يَجِبُ أَنْ تَحْذفَ أشارْة بحَذْف الوصلات الشبكية المنسوبة للشكل التخطيطي).

رجاءً لاحظْ أنّ أمر الإلغاء UNDO والإعادة REDO لا يعملان أيضاً تحت سيطرةِ الملاحظات التفسيرية للأمام & الخلف.

٩-٦-٨ تعريف فئات الإشارة Defining Signal Classes

يسْمحُ لك الأمر CLASS بتَعريف فئات الإشارة وتَخصيص قِيَم معينة تَتعلّقُ بعرضِ السلكِ والمسافةِ الدنيا للإشاراتِ الأخرى، والقطر الأدنى لثقوب العبور vias لكُلّ فئة.

على سبيل المثال، إشارات تغذية القدرة power supply قَدْ يتم تخطيطها بعرض سلكِ أكبر (تيار أعلى) أو بقيمة أكبر للخلوص (فولطية أعلى). يَستعملُ المخطط الآلي autorouter هذه القِيَمِ في تخطيط و توجيه المسارات، أيضاً.

القيمةَ الأصليةَ (القياسية) هى 0 لكُلّ الخواص (ليس هناك أصنافَ معرفة). هذا يَعْني بأن مجموعة القِيَمُ في قواعدَ التصميمَ تكون صالحة لكُلّ الإشارات. الفئات المُخْتَلِفة يتم استخدامها في ملفِ اللوح hexapodu. brd.

٩-٧ توليد لوح الدائرة المطبوعة مِنْ الدائرة التخطيطية

Generating a Board from a Schematic

إن الشرط الأساسي الذي يجب توافره في هذه الطريقة هو ضرورة وجود ملف الشكل التخطيطي قبل استنتاج ملف الشكل التنفيذي أو وجود ملف الشكل التخطيطي سيؤدي إلى توليد ملف الشكل التنفيذي .

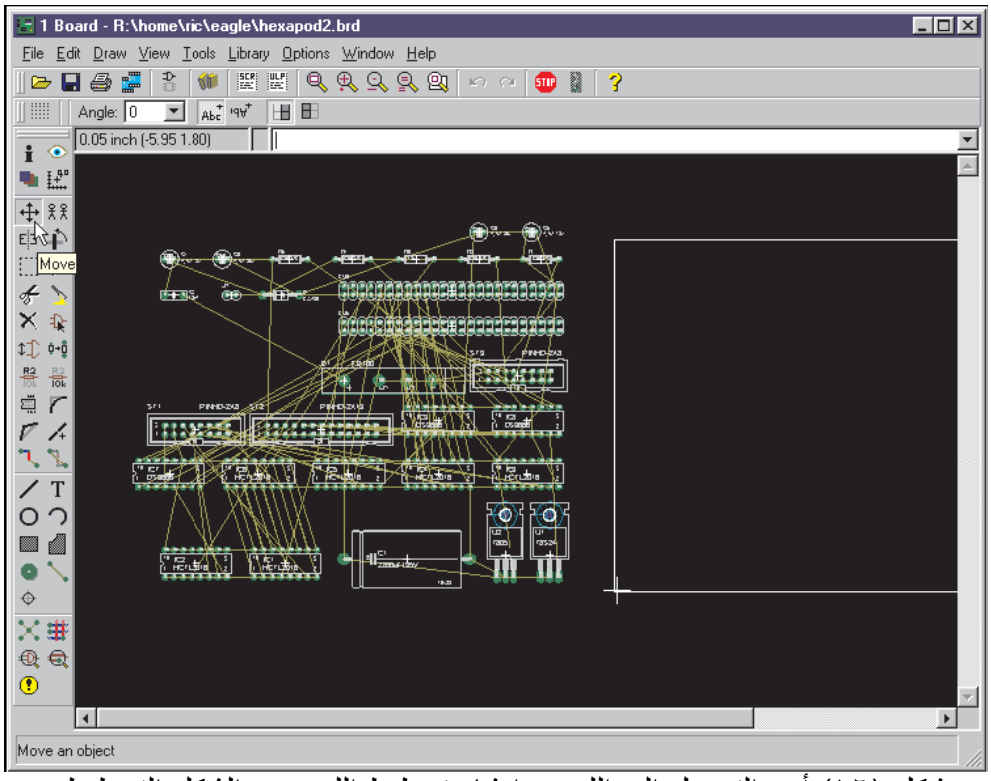
بعد تحميل الدائرة التخطيطية التي منها تَوَدُّ أَنْ تُصمّمَ لوح الدائرة المطبوعة، قم بالنقر على أيقونة الأمر BOARD من شريط الأفعال و الذي له الشكل التالي:

سوف يظهر لك نافذة محرر لوح الدائرة المطبوعة ذو الخلفية السوداء كما بالشكل التالي (١٦) حيث يتضمن الحدود الخارجية للوح يرافقه مجموعة عناصر الدائرة في أشكالها التغليفية.

٩-٧-١ وصف الحدود الخارجية للوح

Specify the Board Outline:

أول شكل يظهر به الشكل التنفيذي المولد مِنْ الشكل التخطيطي مبدئياً يَظْهرُ كما في الشكل (١٦) التالي:



شكل (١٦) أمر التحويل إلى اللوح : إنشاء تخطيط اللوح من الشكل التخطيطي

يقوم البرنامج بوضع عناصر الدائرة المذكورة في الرسم التخطيطي آلياً على يسارِ اللوح. الحدود الخارجية للوح يتم رسمها بخط بسيط في الطبقةِ رقم ٢٠، Dimension. الحدود الخارجية لنموذج البطاقة الأوربية eurocard يتم عرضه في الطبعاتِ المحترفةِ والقياسيةِ للبرنامج ، أما في الطبعة الخفيفة للبرنامج فتظهر شبه بطاقة أوربية Half-eurocard .

إذا رغبت، فإنك قَدْ تُعدّلُ المقاس أَو شكلَ اللوح الفارغ بواسطة الأوامر MOVE و SPLIT. رجاءً لاحظْ التلميحاتَ في وظيفةِ طلب المساعدةَ للأوامر WIRE و MITER. و من المحتملُ بسهولة رسم الحدود الخارجية، أيضاً.

يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تَحْذفَ الحدود الخارجية outline ووضع إطار مِنْ المكتبة (مثل الإطار 19inch.lbr) بواسطة الأمر ADD. أي ملف مخطوطةِ يُمْكِنُ أَنْ، بدلاً عن ذلك، أن يَكُونُ مقروءاً بواسطة الأمر SCRIPT. الملف euro.scr file، على سبيل المثال، يُمْكِنُ أَنْ يُستَعملَ. ببساطة اكتب:

```
SCRIPT EURO
```

في نافذة كتابة الأوامر.
تقوم الحدود الخارجية للوح board outline بشكل آني بدور حدود للموجه الآلي autorouter (إذا كان موجوداً) .

و مثال على ما سبق :
قم بتحميل الملف العينةَ demo1.sch للدائرة التخطيطية وانقر على أيقونة BOARD :

بهذا الأمر يتم إنشاء ملف اللوح بنفس الاسمِ للملف التخطيطي المحمل (demo1.brd).
أجبْ عن توليد هذا الملفَ ؟ بالنقر على مفتاح موافق OK . قم بزيادة نافذةَ محرّرِ التخطيطَ.

الإطار الأبيض على يمين النافذةِ يُمثّلُ الخطوط الخارجية (المحيط) للوح الدائرة المطبوعة. فقد تم تنفيذه من الأسلاكِ wires في الطبقةِ رقم ٢٠ ، المعروفة بالمصطلح Dimension .

ثم قم بمقارنة مقاسات أغلفة العناصر الموضوعة على يسار مساحة لوح الدائرة المطبوعة مجتمعة و قم بتصغير هذه المساحة حتى تتناسب معها و ذلك بالنقر على الأمر MOVE، ثم النقر على الحافة العمودية اليمنى لمحيط شكل لوح الدائرة المطبوعة المزمع تنفيذه في مكان ما في المنتصف فترتبط هذه الحافة مع مؤشر الفأرة. حرّكْ المؤشّر قليلاً إلى اليسارِ وانقر. بهذه الخطوات تكون قد قمت بتخفّيض مقاس لوح الدائرة المطبوعة. يُمْكِنُك تُغيّيرَ مقاس هذا اللوح في أي وقت كان. بالطبع يُمْكِنُك حْذفَ الحدودَ أيضاً واستيراد، على سبيل المثال، مساحة لوح مُعَرَّف سابقاً عن طريق ملف مخطوط (الأمر SCRIPT مخطوط).

٩-٧-٢ ترتيب العناصر Arrange Devices:

قم بسحبْ العناصرَ المُخْتَلِفةَ إلى المواقعِ المطلوبةِ في حيز الحدود الخارجية المفترضة للوح. استعملُ أمر التحريك MOVE لهذا الغرضِ. يُمْكِنُ أَنْ تُنْقَرَ العناصر مباشرة، أَو البحث عنها بالاسم. إذا قمت، على سبيل المثال، بكتابة:

```
MOVE R14
```

في نافذة كتابة الأوامر، فإن العنصر R14 سَيَرْتبطُ بمؤشّر الفأرِة، حتى يُوْضَعَ في مكانه. و عند الوَضْع الدقيقةِ مِنْ الدخل input مثل:

```
MOVE R14 (0.25 2.50)
```

و بالتالي يتم تحديد نقطة وضع العنصر R14 الآن عند هذه الإحداثيات.

دائما قم بالفحص المتعاقب سواء كان الوضع مفضل أم لا. ولعمَلُ هذا، استعمل الأمر Ratsnest. حيث يقوم بحْسابُ التوصيلات الأقصرَ للأسلاك الهوائية airwires.

انقر أيقونةَ Ratsnest لحِساب أطوال الأسلاك الهوائية airwires لاستكشاف التوصيلات المحتملة الأقصر. كرّرْ هذا الأمر حينما تُريدُ التدقيق للوصول إلى تنسيب (ترتيب) جيد للعناصر و بالتالي وصلات أقصر (airwires هى عبارة عن أسلاك متقطعة قصيرة، عدم وجود مسارات عمومية ملتوية أو متقاطعة الخ.).

رجاءً لاحظْ التالي:
بعد تَوليد ملف اللوح بواسطة الامر BOARD يقوم برنامج EAGLE بترتيب كُلّ العناصر على الجانبِ اليسارِ لشكل اللوح في منطقة المحاور السالبة. في البرنامج المجاني على سبيل المثال، قَدْ تُسقطُ العناصرَ ضمن حدودِ حوالي ٣.٩ × ٣.٢ بوصة. لتَوجيه التخطيطِ أو لاستعمال autorouter يَجبُ عليك تحريك كُلّ العناصر إلى هذه المنطقةِ أولاً.

أي مجموعة من العناصر يُمْكِنُ أَنْ تُنْقَلَ بتركيب الأمرين مجموعةِ GROUP وتحرّيكِ MOVE. قم بالنقر على أيقونةِ المجموعةَ GROUP وبعد ذلك ارسم إطار حول العناصرِ المطلوبةِ، قم بالنقر على الأمر MOVE ، وبعد ذلك قم بالْنقرُ خلال أمر المجموعة بالزرِّ اليمين للفأرة لكي يَتم اختيارَه. مَع النقر على الزرّ اليسار للفأرة ، يُمْكِنُك أَنْ تَضعَ المجموعةَ في الموقعِ المطلوبِ.

أمر الدوران ROTATE، أَو النقر بالزرِّ اليمين للفأرة بينما أمر التحرّيكِ MOVE فعال (نشيط) فإن العنصر المرتبط بالمؤشر يدور بمقدار ٩٠ درجةِ. هذا يَنطبقُ أيضاً على المجموعاتِ groups .

لوضعَ عنصر في أيّ زاوية ترغبها فربما تحدد مقدار الدورانَ مباشرة بالأمر Add أَو لاحقاً بالأمر ROTATE أَو بالأمر MOVE في شريط أدوات المعاملات – شكل (١٧).

شكل (١٧) شريط المعاملات ROTATE, MOVE, ADD, COPY, TEXT

و بعد صندوقِ الزاويةَ Angle box هناك أزرارَ Spin و Mirror .
قم بإدخال

```
ROTATE R45 'IC1' ;
```

في نافذة كتابة الأوامر أضفُ زاوية دوران ٤٥ ° إلى الوضع الحالي للدائرة المتكاملة رقم ١ (IC1). افترض أنك حاولتَ، على سبيل المثال، لإدَارَة العنصر بالأمر Rotate وضَغطتْ على زرَّ الفأرة، و قرّرتَ أنّه لَيسَ من الممكن الحُصُولَ على زاوية دورانٍ مضبوطِة بهذه الطريقِة (بسبب عدم دقة الشبكة البيانية لمساحة الرسم) قم بكتابة الأمر التالي في نافذة كتابة الأوامر:

```
ROTATE =R45 'IC1' ;
```

نجد الآن إنّ دورانَ الدائرة المتكاملة IC1 قد تم تنفيذها بالضبط ٤٥ °. إشارة التساوي = تشير إلى القيمة المُطلقة. الموضع الأولي لا يَهُمُّ.

إذا كان مطلوباً، على سبيل المثال ، وضع عناصر سطحية smd على الجانبِ السفليِ للوح، فإنه ربما تقوم بإضافة جزئية المرآة Mirror ، كما يلي:

```
ROTATE =MR45 'IC1' ;
```

تجعل جزئية الدوران Spin النصوصِ لكي تُكْتَبَ أعلى (بواسطة الدوران بمقدار ١٨٠°)، ذلك يَعْني بأنّه يُمْكِنُ أَنْ يتم قراءة النص ناظراً من أعلى:

```
ROTATE =SMR180 'IC1' ;
```

إنّ جزئية الدوران Spin تكون متغيرة، أو كما يقال استعمالُه مرة أخرى يجعل ظهور النَصَّ عادي ثانيةً.

الوضع لعناصر معيّنةِ يُمْكِنُ أَنْ يعْرَضَ بكتابة اسم العنصر في نافذة كتابة الأوامر أَو بالنَقْر مباشرة على أي عنصرِ بينما يكون الأمر SHOW نشيط.

النَقْر على أيقونة المعلوماتِ INFO على أي عنصر تُزوّدُ بمعلومات مُفصّلةً حوله.

.
إذا كان النَصِّ للاسم أَو القيمةِ واقع بشكل سيئ، قم بفْصلُهم مِنْ العنصر بواسطة الأمر Smash وحرّكُهم لأفضل وضع لك و ذلك بواسطة الأمر MOVE. في نفس الوقت يقوم برنامج بربط النص بخَطّ مع العنصر لبيان إلى أي العناصر ينسب هذا النص. بالنَقْر على Delete ثم النقر على أي من النصوصِ يَجْعلُها مخفية.

بالاحتفاظ بمفتاح Shift لأسفل بينما يتم تنشيط الأمر Smash فإن نصوص القيمةَ والاسمَ سَيَظْهرانِ في مواقعِهم الأصليةِ مرة ثانيةً. فإنهم لَمْ يمر على قابلية تحريرهم editable وقت طويل و بالتالي لم يتم فصلهم بعد.

رجاءً تذكّرْ بأنّ معالجَ CAM يَستعملُ الخطَّ الموجهِ vector font دائماً لتَوليد بياناتَ التصنيع. نَوصي عند كِتابَة النصوصِ في تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة دائماً يتم استخدام الخطِّ الموجهِ vector font (على الأقل في طبقات الإشارة signal layers). إذا عْملْت ذلك فإن النَصِّ المعروض يقابل الحقيقةِ.

٩-٧-٣ ألواح دائرة مطبوعة بعناصر على كلا الجانبينِ :

إذا كان لوح الدائرة المطبوعة أيضاً يحتوي على عناصر على الجانب السفلي، فإنه يتم استخدام الأمر MIRROR . لأنه يعكس العناصر على الجانب السفلي. وسائد العناصر السطحية، والشاشة الحريرية والطبقات لتوقّفِ اللحامَ و أقنعة معجون اللحامِ تَعطي المعالجةَ الصحيحةَ آلياً هنا.

بينما تكون الأوامر ADD, COPY, MOVE, or PASTE نشيطُة فإنه من الممكن عكس MIRROR أي عنصر أو أي مجموعة تم اختيارها بواسطة المفتاح الأوسط للفأرة.

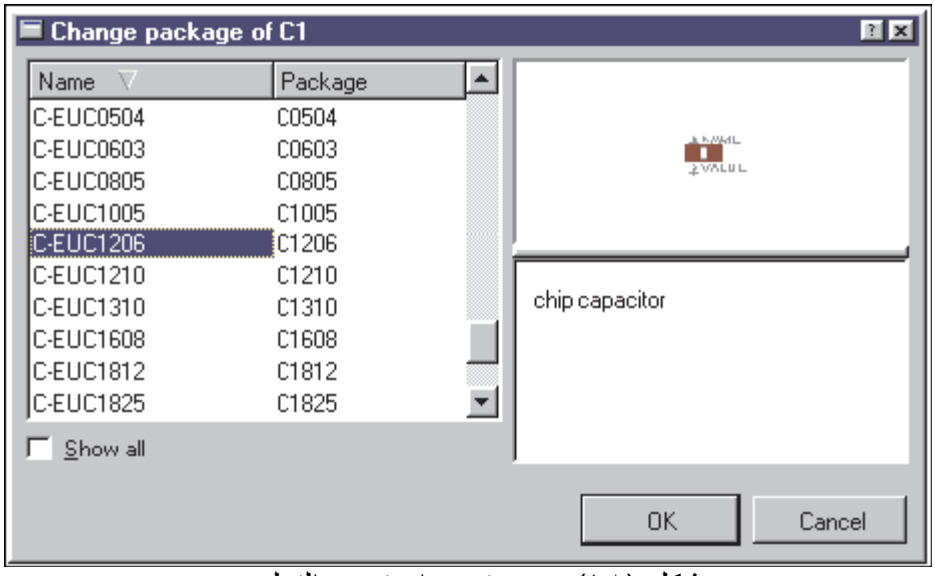
لَيسَ من الضروريَ لمحرّرِ التغليف Package Editor أَنْ يُعرّفَ العناصر devices في المكتبةِ كلما كانت على الجانبِ السفلي.

تبديل الأغلفة Exchanging Packages :

إذا أردت ، أثناء مراحل تطور تخطيط اللوح، استبدال التغليف المختار بواحد مختلف، إذن يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ أمّا أمر التغيير CHANGE أَو أمر الاستبدال REPLACE، و هذا يتوقف على الحالةِ.

الأمر تغيير CHANGE :

يُفتَرضُ هذا الأمر عندما يكون كل من تخطيطَ اللوح والرسم التخطيطيَ متماسكين و ثابتين والعنصر تم تعريفه بأكثر مِنْ تغليف واحد مغاير. قم بالنقر على أيقونةِ التغييرَ CHANGE واختر خيار التغليف Package option. اختر التغليف المرغوب، و قم بالتأكيد عليه بالضغط على موافق OK، في صندوق الحوارِ الذي يَظْهرُ.



شكل (١٨) صندوق حوار تغيير التغليف

إذا كانت كل خيارات الأمر Show نشيطة، فإن كل إصدارات التغليف لكل التكنولوجيات متاحة لهذا العنصر قد تم إظهارها. إذا كان هذا الخيار لَيسَ نشيطاً فإنك سوف تبحث عن الأغلفة المعرفة في التكنولوجيا المختارة. يُمْكِنُ أيضاً تبادلَ التغليف مِنْ خلال الرسم التخطيطي.

العناصر الالكترونية ذات التغليف الوحيد التغاير يَجِبُ أَنْ تُعدّلَ في محرر المكتبةِ. أضفْ مغايراتَ التغليف الأخرى حسب الحاجة.

إذا كنت تُريدُ تَغْيير أى تغليف كنت قد أعطيتَه قيمة جديدة بمساعدة الأمر VALUE قبل ذلك، فإن نَصّ قيمةَ التغليف الجديد سَوف تتحول إلى القيمةِ الأصليةِ بالرغم من أن العنصر قد تم تعريفه بالأمر VALUE للقيمة Off في المكتبةِ.

الأمر استبدال REPLACE

إذا كان لديك تخطيط اللوح layout بدون شكل تخطيطي schematic مرافق، قم بتبديلُ التغليف بواسطة الأمر REPLACE. يقوم الأمر REPLACE بفْتحَ النافذةَ المألوفةُ مِنْ حوارِ ADD، في المكان المحتملُ فيه البَحْث عن العناصر. عندما يتم اختيار

التغليف قم بالنْقرُ على العنصر المطلوب استَبدالُه في تخطيطِ اللوح layout. يشتغلُ الأمر REPLACE بطريقين، يتم الخيار بينهما بالأمر SET :

```
SET REPLACE_SAME NAMES; (default)
SET REPLACE_SAME COORDS;
```

يَسْمحُ النمطُ الأول للأغلفة ذات الوسادة أَو أسماءِ SMD مماثلة للتي سيتم استبدالها. مناطق التوصيل يُمكنُها أَنْ تَأخُذَ أيّ موقع. في الحالةِ الثانيةِ (استبدال نفس الإحداثيات replace_same coords) فإن الوسائد أَو SMDs في التغليف الجدّيدِ يجب أنْ تستقر في مكان نفس الإحداثيات (منسوبة إلى نقطة الأصلِ). الأسماء قَدْ تَختلفُ.

إنّ النَصَّ للاسمِ والقيمةِ للعنصر يتم تبديلهما فقط إذا كانا لم يتم فصلهما من العنصر بالأمر SMASH.

قد يأتي التغليف الجديد مِنْ مكتبة مختلفة، ويُمْكِنُ أَنْ يحتوي على وسائد إضافيةَ و SMDs. التوصيلات على التغليف القديم الذي كان موصولاً إلى الإشاراتِ يَجِبُ أَنْ يوجدَ بالتناظر مع توصيلات التغليف الجديد. التغليف الجديد يُمْكِنُ أَنْ يكون لَه توصيلات أقلُ، بشرط أن هذا الظرف مقنع.

تغييرُ التكنولوجيا Changing the Technology :

من الممكن تَغيير تكنولوجيا العنصر في تخطيطِ اللوح في أي وقت، حيث تزوّدَ المكتبة بتكنولوجيات مُخْتَلِفة. و ذلك باستعمال أمر التغييرَ CHANGE بخيارِ التكنولوجيا. هذا الإجراءِ مماثل إلى الحالة المَوْصُوفِة قبل ذلك حيث فيها تكوينات التكنولوجيا يتم تبديلها باستخدام الأمر CHANGE.

تعريف المناطق المخفية Define Forbidden Areas:

المناطق التي على شكل مستطيلاتِ أو مضلّعاتِ أَو دوائرِ في الطبقاتِ ٤١، ٤٢، bRestrict، و٤٣، vRestrict، مناطق مخفية بالنسبة إلى الموجه الآلي Autorouter (أنظر RECT, POLYGON, CIRCLE). لا مساراتَ قَدْ تُرسم في قمةِ أو قاع الطبقات داخل هذه المناطقِ. خلال الفتحاتِ المَطْليةِ قَدْ لا تَكُون واقعة في منطقة vRestrict. هذه المناطقِ مَفْحُوصة مِن قِبل DRC.

٩-٧-٤ توجيه المسارات- وضعُ المساراتَ يدوياً :

Routing- Placing Tracks Manually

يسْمحُ الأمر ROUTE بتحويل الأسلاك الهوائية airwire إلى المساراتِ النحاسية. أي نقرة على زرِّ المركزي للفأرة بينما يوضع المسار يَسْمحُ لتغيير الطبقةِ. نقطة العبور via تؤضَعُ آلياً. النَقْر على الزر اليمين للفارة يُغيّر الطريقَ الذي فيه يرتبط المسارَ بالفأرة وكَيفَية وْضَعُه (الأمر SET ، معامل Wire_Bend). بينهم اثنان modi الذي يَسْمحُ لاستعمال السلك كدرجة ٩٠ أَو كقوسَ حر التعريف.

اسم الإشارةَ وفئة الوصلات الشبكية سَيَعْرضانِ في خانةِ الحالة، بعيدة كلما كان دليل المستخدم معطل في قائمة المواجهة Options/User Interface . عندما يتم استقرار خَطّ الإشارة بالكامل، فإن برنامج EAGLE يُؤكّدُ أنّ هناك توصيل صحيح مَع تصفير قصير beep بينما هو مَوْضُوعُ.

إذا كان لا يوجد هناك مسارات سلكية أطول متوفرة لبَعْض الإشاراتِ،فإن مسارات أخرى يتم إعادة وضعها بالأمر MOVE و الأمر SPLIT ، أو يتم تعديل خواص المسارات (مثل عرض المسار ، الطبقة) بالأمر CHANGE.

إذا كانت الثقوب المطلية through-plated hole سَتُؤْضَعُ عند نقطة معينة، فإن هذا يُمكنُ أَنْ يتم بالأمر VIA . يتم إعطاء نقطة العبور via اسم الإشارة باستخدام الأمر NAME .

إذا أردت البَدْء بسلك بمسار إشارةَ موجه جزئياً في موقعِ آخرِ مِنْ البدايةِ أَو نقطة النهاية للسلك الهوائي airwire (على سبيل المثال، على نحو إضافي موقع على السلك الذي يَنسب إلى نفس الإشارةِ) اضغط ببساطة على المفتاح Ctrl. يقوم برنامج EAGLE بتوليد سلك هوائي جديدُ airwire مِنْ هذا الموقعِ (راجع أيضاً طلب مساعدةَ عن ROUTE).

الخطوط الهوائية Airwires ذات الطولِ يساوي ٠ (على سبيل المثال، من أعلى (القمة) إلى أسفل (القاع) طبقة) يتم رسمها كنقطة تقاطع (cross) في الطبقةِ ١٩، عديمة المسارات الموجهة.

بإنهاء السلك عند نفس الموقع حيث يكون هناك سلكٍ آخرٍ لنفس الإشارةِ لكن في طبقةٍ أخرى موجودة بالفعل واضْغطْ على مفتاحَ Shift في الوقتُ نفسهُ جاعلاً برنامج EAGLE يضع نقطة عبور via. ما عدا ذلك فإنّهُ لا يفعل.

إذا كنت تَنْوى تَصميم لوحة متعدّد الطبقات multilayer board و ترغب في استخدام نقاط العبور vias المستورة و المدفونة و الميكرومية، رجاءً لاحظْ التفاصيلَ (أيضاً مراجعة الأمر VIA) في الجزء الخاص ببداية تصميم ألواحِ متعددةِ الطبقات Multilayer Boards.

بينما يتم وضع الأسلاكِ يقوم برنامج EAGLE بحساب التوصيلات الأقصرَ إلى النقطة الأقرب للإشارةِ الحاليةِ آلياً. هذا التوصيل مُمَثَّلُ بالأسلاك الهوائية airwire. بينما تمضي عملية التوجيه للمسارات فإنّه من المفيد تشغيل الأمر Ratsnest على التعاقب، لكي يقوم بالحساب المتكرر لكُلّ أطوال الأسلاك الهوائية airwires.

استخدم الأمر RIPUP إذا كنت تُريدُ أَنْ تُحوّلَ كل أو جزء من المسار أو نقاط العبور إلى خط هوائي. بالنَقْر على أي مسار فإنه يتحول إلى الخط الهوائي بين أقرب انحناءين. إذا قمت بالنْقرُ على هذا الموقعِ ثانيةً (على الخط الهوائي airwire)، يتحول مسار الإشارة بالكامل بين أقرب وسادتين (نقطتي لحام). إذا أردت إلْغاء تحويل كلّ مسار الإشارةَ، قم بالنْقرُ على الأمر RIPUP و قم بإدخال اسم الإشارةِ في نافذة كتابة الأوامر. أكثر مِنْ واحد قَدْ يمكن إدخالها في نفس الوقت.

الأمر

```
RIPUP GND VCC +5V
```

يقوم بتُحوّيلُ الإشاراتُ الثلاث GND، VCC و +٥V إلى الخطوط الهوائية airwires.

```
RIPUP ! GND VCC
```

من الناحية الأخرى يُحوّلُ كُلّ الإشارات ما عَدا GND و VCC إلى الخطوط الهوائية airwires.

```
RIPUP ;
```

يقوم بتُحوّيلُ كُلّ الإشارات (المرئية في المحرّرِ) إلى الخطوط الهوائية airwires. حقيقةً، لكي نتضمّنْ كُلّ مسار، كُلّ الطبقات التي فيها يتم رسم أي مسارات يَجِبُ أَنْ تكُونُ مرئية (DISPLAY).

إذا كنت تريد استعمال الأسلاكِ كأقواس أَو تحاولُ تنعيم انحناءات السلكَ راجع التلميحات المتعلقة بالأمر MITER في وظيفةِ طلب المساعدةَ. نصف القطر الدوران miter تحدد كيفية تنعيم نقاط ربط السلك . أي قيمة موجبة تُعطي دوراناً ، أما القيمة السالبة فتعطي خط مستقيم. نصفِ قطر الدوران يؤثر في بَعْض الانحناءات (0, modi 1, 3, 4؛ راجع الأمر SET) وهو موضح إضافةً في شريط أدوات المعاملات للأوامر WIRE, POLYGON،SPLIT, and ROUTE .

بينما أمر السلك WIRE أَو أمر موجه المسارات ROUTE نشيط فإنه من الممكن النَقْر خلال انحناءات السلكِ المَذْكُورةِ سابقاً (bend modi) بزرِّ الفأرة اليمين . يَعْرفُ برنامج EAGLE ثمانية modi (0..7). الاحتفاظ بمفتاحِ Shift بينما تقوم بالْنقرُ على الزرَّ اليمين للفأرة يَعْكسُ اتجاه الاختيار. الاحتفاظ بمفتاحِ Ctrl يسمح للوصل مفصلياً بين انحناءات سلكِ المكملة.

إذا كنت تُريدُ أَنْ يَكُونَ عِنْدَكَ فقط بَعْض انحناءات السلكِ متاحة للزر اليمين للفأرة، يُمْكِنُك أَنْ تُعرّفَ هذا، على سبيل المثال، في ملف eagle.scr . أفترض أنك تُريدُ العَمَل بعددٍ من انحناءات السلكِ ٢، ٥، ٦، و٧ استعمل النحو التالي:

```
SET WIRE_BEND @ 2 5 6 7 ;
```

على أية حال، إذا أردت استعمال نمطِ انحناء آخرِ فإنه يُمْكِنُك أَنْ تَختارَه دائماً مِنْ شريط أدوات المعامل . من المحتملُ أيضاً تَرْك عملية توجيه المسارِ إلى الموجه الآلي Autorouter الذي سيتم شرحه في باب خاص به في هذا الكتاب.

٩-٧-٥ تعريف المستوى النحاسي مع المضلعِ
Defining a Copper Plane with POLYGON

يمكن لبرنامج EAGLE أَنْ يَمْلأَ مناطقَ اللوح العازل بالنحاس. قم بتحديد الحدودُ ببساطة للمنطقةِ بأمر المضلّعَ POLYGON . فإنك سوف تَعطي المضلّعَ أسم الإشارة، استعمل الأمر NAME متبوعاً بنقرة على حدود المضلع. ثمّ كُلّ العناصر التي تَحْملُ هذه الإشارةِ الموصولة إلى المضلّع. كل من الوسائد، و اختيارياً نقاط العبور vias (كما هو موصوف في قواعدِ التصميمَ) يَنضمُّ إلى المستوى النحاسي خلال الرموزِ الحراريةِ. لا تحْملُ العناصر هذه الإشارةِ بل تَبقي في المسافةَ الموصوفة .

يقوم الأمر Ratsnest بحْسابُ وعْرضُ المنطقةَ السطحيّةَ. الأمر RIPUP، يتبع بواسطة نقرة على حدودِ المضلّعَ، جْاعلاً المحتوى مخفياً للمرة الثانيةً. محتوى المضلّع لَمْ يسجل في ملفِ اللوحةَ. عندما قمت أولاً بتحمّيلْ الملفَ، فإنك سَتَرى الحدود الخارجية outline للمضلّعِ فقط. حيث قام بحْسَابُ و عرض فقط للمرة الثانية بواسطة الأمر Ratsnest.

هناك خيارات مخْتَلِفة يُمْكِنُ تغييرها عن طريق شريط أدوات المعامل ، أمّا أن يتم رسم المضلّع، أَو بأمر التغيير CHANGE، في مرحلة تالية.

شكل (١٩) أمر المضلع : شريط المعاملات

العرض Width:

هو عبارة عن سُمك الخَطِّ الذي به يتمِ رسم المضلّعِ. اختر العرض الأكبرَ الممكن . والذي يَتفادى الكمياتَ الغير ضروريةَ مِنْ البياناتِ عندما ترسل اللوحةِ للتصنيع. إذا كان عرضِ السلكَ أقل مِنْ درجة تحليل resolution سواقة الخرج في معالج CAM، فإنه سيصدر تحذير بذلك. يَسْمحُ أي عرضُ دقيق للخَطِّ إلى أن يكون شكل المضلّعِ أكثر تعقيداً.

صبّ النحاس Pour :

يُحدّدُ نوعُ المالِئُ (صب النحاس). سواء كانت المنطقة مملؤة بالكامل (مملؤة بالكامل Solid) أو في هيئة شبكة (غير مملؤة بالكامل و يتخللها فتحات منتظمة تعطي شكل الشبكة Hatch).

الرتبة Rank:

تَدَاخُل المضلّعاتِ لا يَجِبُ أنْ يَخْلقَ أيّ نوع من القفلات الكهربائية short-circuits . ولهذا يمكن استخدام الترتيب Rank لتحديد أي المضلعات يمكن طرحه أو استخلاصه من الآخر. أي مضلّع بالرتبةِ = ١ لَهُ الأولويةُ الأعلى في محرّر تخطيطِ لوح الدائرة المطبوعة (لا يوجد مضلّعَ آخرَ مرسوم في تخطيطِ اللوح يُطْرَحُ أبداً منه)، بينما المضلع بالرتبةِ = ٦ لديه الأولويةُ الأقل. حالما أن هناك تداخل مَع مضلع ذو رتبة أعلى، فإن المنطقة الملائمة تُقْطَعُ مِنْ المضلّعِ ذو الرتبةِ = ٦. المضلّعات بنفس الرتبةِ يتم مُقَارَنتها بواسطة فحص DRC .

المضلّعات التي أنشئت في محرّرِ التغليف Package Editor يُمْكِنُ أَنْ يخصّصَ لها الرتب من الصفر إلى ٧ . الرتبة = ٠ لها أولويةُ أعلى ولَنْ تُمْسُّ بمضلعات أخرى.

مضلّعات بالرتبةِ = ٧ سَتَحتاج إلى دْفعُها جانباً مِنْ كُلّ المضلعات الأخرى المرسومة في تخطيطِ اللوح.

المباعدة Spacing:

إذا تم اختيار خيارَ الشبكة Hatch لصب النحاس Pour، فإن هذه القيمةِ تحدد مقدار المباعدة لخطوطِ الشبكةَ.

العزل Isolate:

تُعرّفُ القيمةُ التي يجب على المضلّعُ احتوائها فيما يتعلق بكُلّ العناصر الأخرى و التي لَيستْ جزءَ من إشارتِه. إذا كان هناك قِيَم أعلى مُعَرَّفة لعناصر خاصّةِ في قواعدِ التصميمَ Design Rules أو الأصنافَ الوصلات الشبكية net classes، القِيَم الأعلى تطبقُ.

الحراريات Thermals:

تحدد سواء الوسائد في المضلّع المرتبطة عن طريق الرموز الحرارية، أَو الموصولة بالكامل إلى المستوى النحاسي. هذا يَنطبقُ أيضاً على نقاط العبور vias، على افتراض أنَّ الخيار نُشّطَ في تصميم القواعد Design Rules . إنّ عرضَ الموصّلاتِ الحراريةِ مَحْسُوبُ كنِصْف قطر ثَقب الوسادةِ. العرض يَجِبُ أَنْ يَكُونَ في حدودِ حَدّ أدنى لعرض سلكِ و حَدّ أعلى بضعف عرضِ سلكَ المضلّع. لا تَخترْ عرضَ المضلّعَ رفيعَ جداً، ما عدا ذلك فإن المقابس الحرارية لَنْ تقاومَ تيارَ الحملَ .

منا ذقِ غيرِ مُرتبطةِ كهربيا بالمضلع Orphans:

تحدد ما إذا كان هناك مضلّع قَدْ احتوي على مناطقَ (جُزُر) لَيستْ مرتبطة بشكل كهربائي مع إشارةِ المضلّعَ. إذا كان هناك مناطقِ غيرِ مُرتَبِطةِ كهربيا Orphans فإنها لا ترسم.

عند رسم مضلّع، رجاءً احذر لضمان أن الشكل الخارجي outline لم يتم رسمه أكثر مِنْ مرّة (أي منطقة بها تَدَاخُل) في أي مكان، وان الشكل الخارجي للمضلّعَ لا يُتقاطع مع نفسه. لَيسَ من الممكن لبرنامج EAGLE أَنْ يَحْسبَ محتويات المنطقةِ في هذه الحالةِ.

تَحتوي رسالةُ الخطأِ لأسم الإشارة Signalname على مضلّع باطل! تم إصدَارُه، و إنّ الأمر Ratsnest ملغي. إذا ظْهرُت هذه الرسالةِ، فإن الشكل الخارجي للمضلّعِ يجب

أنْ يصحّحَ. ما عدا ذلك،فإن بياناتِ التصنيع لا يُمْكن أنْ تنشأ بمعالجِ CAM . يَحْسبُ معالجُ CAM المضلّعاتَ آلياً في تخطيطِ اللوح قبل تَوليد خرجه.

٩-٨ فحص قواعد التصميم Design Rule Check

عندما يَبْدأُ تطويرَ التخطيطَ يَجِبُ أَنْ تكون قد فكّرَت بشأن قواعد التصميم. و هى القواعد التي تُؤكّدَ أن تصميم اللوح قد تم بطريقة حسنة.حسب قواعد قياسية أو قواعد تم وضعها بواسطة المستخدم ، حيث تم وصف طرق وضع قواعد معينة للتصميم سابقاً. هذه القواعد يُمْكِنُك التُعرّفَ عليها بمساعدة صناديق الحوار DRC dialog إذا قمت بالنقر على أيقونة DRC حيث تتُحقّقُ منها أو تغير في القِيَمَ الأصليةَ (القياسية). أي نقرة على إحدى المعاملات تعطي وصفاً مصوراً (على سبيل المثال the Restring tab). قم بالنقر على الأمر Apply لحفظ قواعدَ التصميمَ المقترحة في ملفِ اللوح. يقوم أمر Check ببدء فحص قاعدةِ التصميم. و يَسْمحُ زرُّ الاختيار Select لك باختيار منطقة مُعينة من التخطيط الّذي سَيُدقّقُ. ببساطة قم بسحب مستطيل بالفأرِة حول المنطقة.

يقوم الأمر DRC بالفحص إذا كان اللوح مناظر قواعد التصميم المعرفة بالمستخدم. قم بتحمّيلْ الملفَ العينة demo3.brd. لتشغيل الاختبار، قم بالَنْقرُ على أيقونةِ DRC في شريط الأوامر. تظهر القائمة التي تَسْمحُ لك لبَدْء تصميمِكَ القواعد. انقر Check لبَدْء DRC.

بعد إنْهاء عملياتِ الفحص، فإن خانة الحالة يَجِبُ أَنْ تظهر رسالةَ تبين فيها عدم وجود أخطاءَ. الآن يُمكنُك أَنْ تتأكّدَ بأن اللوح يتوافق مع قواعدَ تصميمِكِ. قم بتحرّيك سلك أحمر عبر بضعة أسلاك حمراء أخرى. ثمّ ابْدأ DRC مرّة ثانيةً بواسطة كتابة :

DRC; ←

تَمْنعُ الفصلة المنقوطة قائمةَ DRC مِنْ الظُهُور. توضح خانةُ الحالة عددَ الأخطاءِ. نافذة الأخطاءِ سَتَفْتحُ آلياً لإظهار قائمةُ الأخطاء. وطالما تم تصحّيح الأخطاءَ في التخطيطِ، يُمْكِنُك حْذفَهم بواسطة النَقْر على الزرِّ حذف الكل" Del all. اضغط على المفتاح F1 ، لاكتشاف المزيد حول الأمر أخطاء ERRORS . إذا وجِدُت كائنات رسومية في لوحتِكِ والتي لا يُمْكن أنْ تُحْذَفَ بالأمر Delete فإنها ربما تكون نتيجةَ DRC. لحَذْفهم قم بكتابة الأمر في نافذة كتابة الأوامر:

ERRORS CLEAR

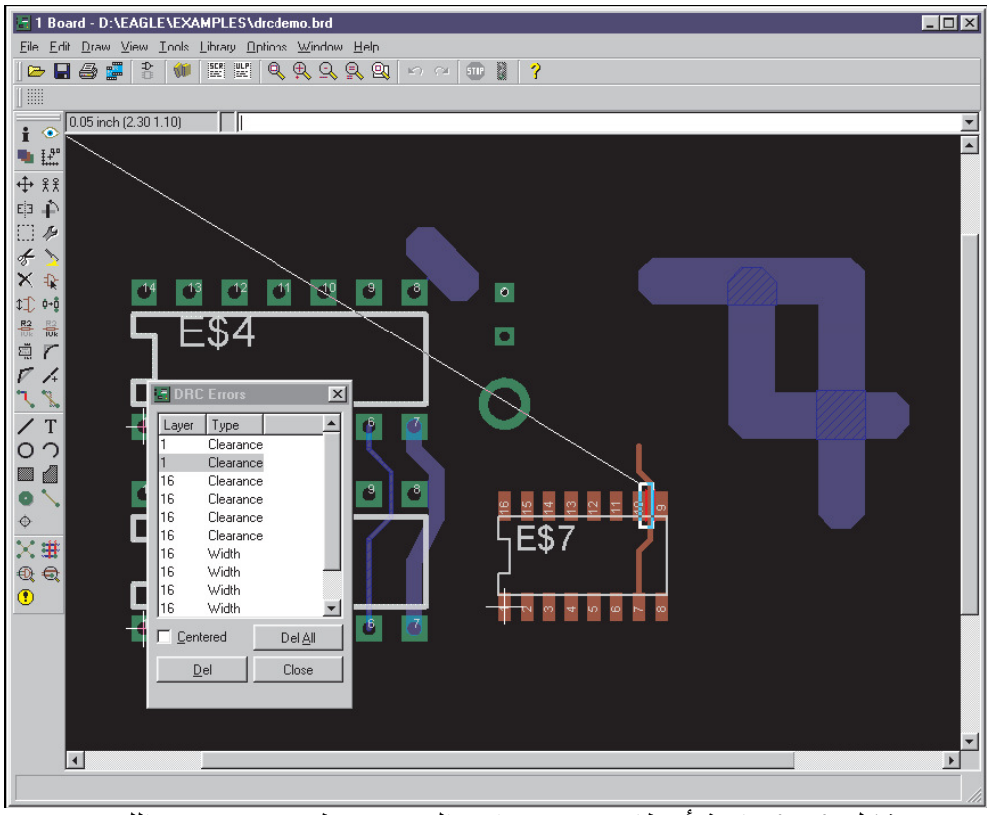
٩-٨-١ فحص تخطيطَ اللوح وتصحّيحَ الأخطاءَ :

Checking the Layout and Correcting Errors

إنّ فحص قاعدةِ التصميمَ Design Rule Check (DRC) تكون مُنَفَّذةُ في نهايةِ تصميم اللوحةِ، إنْ لمْ يكن قبل ذلك. إذا لَمْ تُحدّدْ حتى الآن أيّ قواعد تصميم يَحْتكمُ لصالحها تخطيطَ اللوح، فإن هذه هي فرصتُكِ الأخيرةُ. راجع جزء تَحديد قواعد تصميمِ مِنْ صفحةِ ٩٨.

إذا تم الحصول على أخطاءَ بواسطة DRC، فإنه يتم فْتحُ نافذةَ الأخطاء آلياً، حيث تدرج كُلّ الأخطاء. النافذة يُمْكِنُ أَنْ تُفْتَحَ في أي وقت كان بواسطة أمر ERRORS . إذا كان هناك خطأِ في القائمةِ تم اختياره، فإن نقاط الخط تشيرُ إلى الموقعِ المناظر. كما يتم تحديد الخطأَ. قم بتصحّيحْ الخطأَ في تخطيطِ اللوح. تظل نافذة أخطاء DRC في المقدمة – الشكل (٢٠).

بالنَقْر على زرِّ الحذف Del سَتَحْذفُ دخولَ الخطأِ المختارِ. الأمر Del all يقوم بحذف كُلّ الأخطاء الملحوظة مِنْ تخطيطِ اللوح. يتم إغلاقَ الحوارَ بالضغط على Close .



شكل (٢٠) قائمة أخطاء فحص قواعد التصميم تظهر في محرر اللوح

طبقات الإشارة الغير ظاهرة (الأمر DISPLAY) سوف لا تفحص بفاحص قاعدة التصميم Design Rule Check.!

٩-٨-٢ رسائل الأخطاء ومعناها :

الزاوية Angle:

المسارات لَمْ تُحتَفظْ بزاويةِ ٠، ٤٥، ٩٠ أَو ١٣٥°. هذا الفحص يُمكنُ تشغيله أو تعطيله في قواعد التصميم (Misc tab)

الوضع القياسي: تعطيل off.

نسبةِ نقطة العبور المستورة Blind Via Ratio :

حدّ نسبةِ العمقِ لقطر الثقب مُتَجاوَزُ. في هذه الحالةِ يَجِبُ عليك أَنْ تضبط قطرِ المثقابِ لنقطة العبور (راجع قواعد التصميم، جدول المقاسات).

الخلوص Clearance :

انتهاك الخلوص بين العناصرِ النحاسيةِ. إعدادات جدول خلوص قواعد التصميم والقيمةِ للخلوص لصنف الوصلات الشبكية المعطاة سوف يتم فحصها. بالإضافة قيمةَ العزل Isolate سَتَأْخذُ في الاعتبار للمضلّعاتِ بنفس الرتبةِ والمضلّعاتِ المُعَزَّفة كجزء مِنْ التغليف. لتَعطيل فحص الخلوص بين العناصرِ التي تَنسب إلى الإشارة نفسها، استعملُ القيمةَ ٠ للإشاراتِ نفسهِا في جدول الخلوص.

البُعد Dimension:

انتهاك المسافةِ بين العناصر سطحية التثبيت smds، و الوسائد، وكائنات نحاسية مُرتَبِطة كهربائياً و أى خَطّ بُعدِ (مرسوم في الطبقةِ ٢٠، بُعد Dimension)، مثل الأشكال الخارجية للوحةِ. عرّفتْ خلال القيمةِ Copper/Dimension في قواعد التصميمِ (Distance tab). إعداد قيمةَ Copper/Dimension للقيمة صفر يُعطّلُ هذا الفحص. في هذه الحالةِ، المضلعات لا تحتفظ بأدنى مسافة إلى الكائنات في الطبقةِ رقم ٢٠، بعد Dimension، والفتحات! فإن DRC سوف لا تقوم بالفحص إذا كانت الفتحاتِ مَوْضُوعة على المساراتِ!

مسافة الثقب Drill Distance :

انتهاك المسافةِ بين الفتحاتِ. تُعرّفَ بقيمة Drill/Hole في قواعد التصميمَ (Distanc tab).

مقاس الثقب Drill Size :

انتهاك قطرِ الثقب في الوسائد ،و نقاط العبور vias، والفتحات. هذه القيمةِ مُعَرَّفةُ في قواعد التصميمَ (مثقاب أدنى Minimum Drill، جدول المقاسات Sizes tab). ومن الممكن أيضاً تَعريف قيمة خاصّة (مثاقب Drills) لنقاط العبور vias في صنف الوصلات الشبكية المُعطاة (الأمر CLASS).

Keepout:

مناطق محظورة للمكوّناتِ المرسومة في الطبقةِ رقم ٣٩، tKeepout، أَو الطبقة رقم ٤٠،bKeepout، يوضع الواحد على الآخرِ. هذا ال ceck يتم فقط إذا كانت الطبقاتِ ٣٩ و٤٠ مَعْرُوضتان .

سوء استخدام الطبقةِ Layer Abuse:

الطبقة ١٧، الوسائد Pads ، أَو ١٨، نقاط العبور Vias، تحتوي كائنات التي لا يُمْكن أنْ تُحدد بواسطة برنامج EAGLE. تلك الطبقاتِ تُكرّسُ بشكل خاص إلى الوسائد و نقاط العبور vias. التحرّكْ الأحسن مثل هذه الكائنات إلى الطبقةِ الأخرى.

إعداد الطبقةِ Layer Setup :

هذا الخطأِ يبين أنه إذا كان هناك كائن رسومي في طبقة و وْجَدُ أنه لم يتم تُعرّيفْه بواسطة إعداد الطبقة الموجود. نفس الكلام بالنسبة لنقاط العبور vias التي لا تتبع إعدادات الطبقة، على سبيل المثال، إذا كانت نقطة العبور لها طولُ غير شرعيُ (blind/buried vias).

مقاس نقطة العبور الدقيقة Micro Via Size :

قطرَ المثقابَ لنقطة العبور الدقيقة أصغر بكثير عن القيمة المعطاة في جدول المقاسات.

لا يوجد خطَّ موجهِ No vector font :

يتم انجاز فحص الخطَّ (قواعد التصميم، جدول الاحتياجات الأخرى Misc) النَصّ في طبقة الإشارة الذي لَمْ يكْتَبُ بالخطِّ الموجهِ الداخلي لبرنامج EAGLE. إذا أردت تَوليد بياناتِ التصنيع بمساعدة معالج CAM فإن النصوص، على الأقل في طبقاتِ الإشارة، يَجِبُ أَنْ تكْتَبَ بالخطّ الموجهِ vector font. هذا الخطُّ الوحيدُ الذي يستطيع معالجُ CAM أَنْ يَعْملَ مَعه. ما عدا ذلك فإن اللوحة سوف لا ترى تماماً مثل ما يجب أن تظهر. غيّرْ الخطّ بمساعدة الأمر CHANGE FONT أَو استعملُ دائماً خيارَ الخطّ الموجهِ Always vector font في قائمة محرّرِ تخطيطَ اللوح Options/user interface: فإذا كانِ هذا الخيار نَشّطِاً، فإن محرّرَ تخطيطَ اللوح Layout Editor يبين كُلّ النصوص بالخطِّ الموجهِ. هذا الطريقة التي سيظهر بها اللوح المصنّع..

تَنْشيط الخيارِ الثانوي Persistent in this drawing يعمل على تسجيل الإعدادات في ملف الرسم. إذا قمت بإرسالُ ملفَ تخطيطَ اللوح، على سبيل المثال، إلى boardhouse فإنه يُمكنُك أَنْ تَكُونَ متأكّداً بأن الخطِّ الموجهَ vector font سَيَكون معْروضُاً أيضاً في النظام الخاص به.

ليس هناك خطَّ موجهِ حقيقي No real vector font :

يتم انجاز فحص الخطَّ (Design Rules, Misc tab) للنَصّ في طبقة إشارة التي تكون غير مكتوبة بالخطِّ الموجهِ الداخلي للبرنامج EAGLE بالرغم من أنّه مَعْرُوضُ كخطّ موجهِ في نافذةِ محرّرِ تخطيطَ اللَوح. هذه الحالةِ تَظْهرُ إذا كان الخيارِ دائماً خطِّ موجهِ Always vector font في قائمة Options/user interface نشيطاً.

راجع رسالةَ الأخطاء No vector font للمزيد من التفاصيل.

إخفاء الشبكةِ البيانية Off Grid :
الكائن الرسومي لا يُتلاءمُ مع الشبكةِ البيانية المُختَارةِ حالياً. هذا الفحص يُمْكِنُ تشغيله أَو فصله مِنْ خلال قواعدِ التصميمَ (Misc tab).
الوضع القياسي: فصل الشبكة البيانية.

التقيد أو التحديد Restrict:
أي سلك مرسوم في الطبقةِ رقم ١، القمة، أَو رقم ١٦، القاع، أَو أى نقطة عبور تقع في
منطقة محددة أو مقيدة المُعَرَّفةُ في الطبقةِ رقم ٤١ أَو ٤٢، bRestrict/ t.

العرض Width :
انتهاك أدنى عرضِ للكائن الرسومي النحاسي. عرّفَ بالحَدّ الأدنى للعرض في قواعدِ التصميمَ (Sizes tab)، أَو إذا عَرَّفِ، بعرض معامل المسارَ لصنفِ نقطة التوصيل الشبكية المنسوبة. أيضاً نصوص في طبقاتِ الإشارة سَتَكُونُ مفحوصة.

شكل السلكِ Wire Style :
شكل السلكَ الموصول إلى الإشارة لَيسَ مستمراً. قوائم lists نقطة التوصيل الشبكية Net ، و العناصر device ، و الأطراف الدبوسية pin يمكن إخراجها بواسطة الأمر EXPORT التصديرِ أَو بواسطة مُخْتَلِفِ برامج لغةِ مستعملِ.

٩-٩ ألواح الدوائر المطبوعة المتعددة الطبقات

Multilayer Boards

يُمْكِنُك أَنْ تُطوير الألواحَ المتعددةَ الطبقات بواسطة برنامج EAGLE . لعمَلُ هذا، استعملُ طبقة أَو أكثر من طبقة من الطبقات الداخليةً (من الطبقة ٢ إلى الطبقة ١٥) بالإضافة إلى طبقتي القمة Top والقاع Bottom لجانب قمة اللوح وجانب أسفل اللوح. يتم عْرضُ هذه الطبقاتِ بالأمر Display عندما نقوم بتوجيه المسارات.

قبل بَدْء عملية التوجيه لتخطيطِ اللوح، يَجِبُ أَنْ تَكُونَ مدرك لعدد طبقاتِ الإشارة المسْتَعْملة، وإذا كان هناك نقاط عبور vias فإنه يَجِبُ أَنْ تمْرَّ بكُلّ الطبقات، أَو إذا كان لديك، نتيجة لتعقيدِ تخطيطِ اللوح، ضرورة العَمَل بنقاط عبور مستورة blind أو مدفونة buried أو دقيقة micro. في هذه الحالةِ فأنت يَجِبُ أَنْ تَتّصلَ بمورد الألواح

الخام للدوائر المطبوعة boardhouse لإخْبارك عن التركيبِ المحتملِ للوح والتكلفة الناتجة المتوقعة.

أيضاً يجب التفكير في كيفية استخدام الطبقاتَ الداخليةَ: كطبقة إشارة داخلية عادية أَو كطبقة تغذية ؟ لهذا، وعلى سبيل المثال، بالاعتماد على طول نقطة العبور التي يجب أن تكون معرفة في عملية إعداد الطبقة Layer setup.

٩-٩-١ الطبقة الداخلية Inner Layer:

تستخدم الطبقات الداخلية مثلما تستخدم الطبقات الخارجية القمة و القاع . و هذه الطبقات يمكن أيضاً ملؤها بمساحات نحاسية (طريقة المضلعات). وتتمثل الحالة الخاصّة فيما يسمى بطبقة تغذية القدرة الكهربائية و التي يتم توليدها آلياً. قبل استعمال الطبقاتِ الداخليةِ، يَجِبُ أَنْ يتم تُعرّيفَها في قواعدِ التصميمَ، بجدول الطبقاتِ Tab-Layers.

٩-٩-٢ طبقات الإشارة Signal Layers:

استعملُ الأمر ROUTE كالمعتاد لوَضْع المساراتِ في الطبقات الداخلية التي تجهّز للإشاراتِ. يقوم برنامج Eagle بنفسه بالتأكد من أن المسارات تم توصيلها عن طريق طْلاء السطح الداخلي للفتحاتِ لتوصيل الإشارة خلال الطبقات الخارجية. إعدادِ الطبقةَ في قواعد التصميمِ يطبق على هذه الخطوة .

طبقات التغذية مَع المضلعات Polygones وأكثر مِنْ إشارة واحدة:

يمكن أن تملأ مساحات مِنْ اللوح بإشارة معيّنة (ومثال على ذلك: - الأرضي) مستخدماً أمر POLYGON. ومن ثمّ يتم توصيل الوسائد المرافقة آلياً باستعمال الرموز الحرارية. قيمةً العزل للرموز الحرارية يتم تصنيفها في قواعدِ التصميمَ (DRC command, Supply tab). يَعتمدُ عرضُ قنطرة التوصيل على سُمكِ الخَطَّ الذي يتم رسم المضلع معه. يُمْكِنُك أَنْ تُحدّدَ أيضاً سواء في وجود نقاط عبورvias أو من عدمه سَتكون موصَولُة خلال الحراريات. الخلوص الأدنى مِنْ عناصرِ التي تحمل إشاراتَ أخرى حدّدتْ في قواعدِ التصميمَ تم حفظها (جداول المسافةَ والخلوص). التغييرات تظهر في تخطيط اللوح عندما يتم حساب المضلّع تباعاً (الأمر Ratsnest).

بهذه الطريقة يُمْكِنُك أَنْ تنشئ الطبقاتَ أيضاً التي تحتوي على عِدّة مناطق مملوءة بالإشاراتِ المختلفةِ. في تلك الحالةِ يُمْكِنُك أَنْ تُخصّصَ رُتَبَ مختلفةَ (أولويات) للمضلّعاتِ. تُحدد خاصية الرتبة أى مضلّعُ يتم طَرحه مِنْ الآخرين إذا تم تداخلهم

معاً. الرتبة = ١ تبيّنُ الأولوية الأعلى في تخطيطِ اللوح؛ لا شيء سَيَطْرحُ مِنْ مثل هذا المضلّع (باستثناء المضلّعاتِ ذات الرتبةِ = ٠، المرسومة كجزء من تغليف في محرّرِ التغليف). الرتبة = ٦ تبيّنُ الأولويةَ الأقل. المضلّعات بنفس الرتبةِ يتم مُقَارَنتهم بواسطة DRC .

رجاءً أقرأ المُلاحظاتَ بخصوص المضلّعاتَ في جزئية (تَعريف المستوى النحاسي).

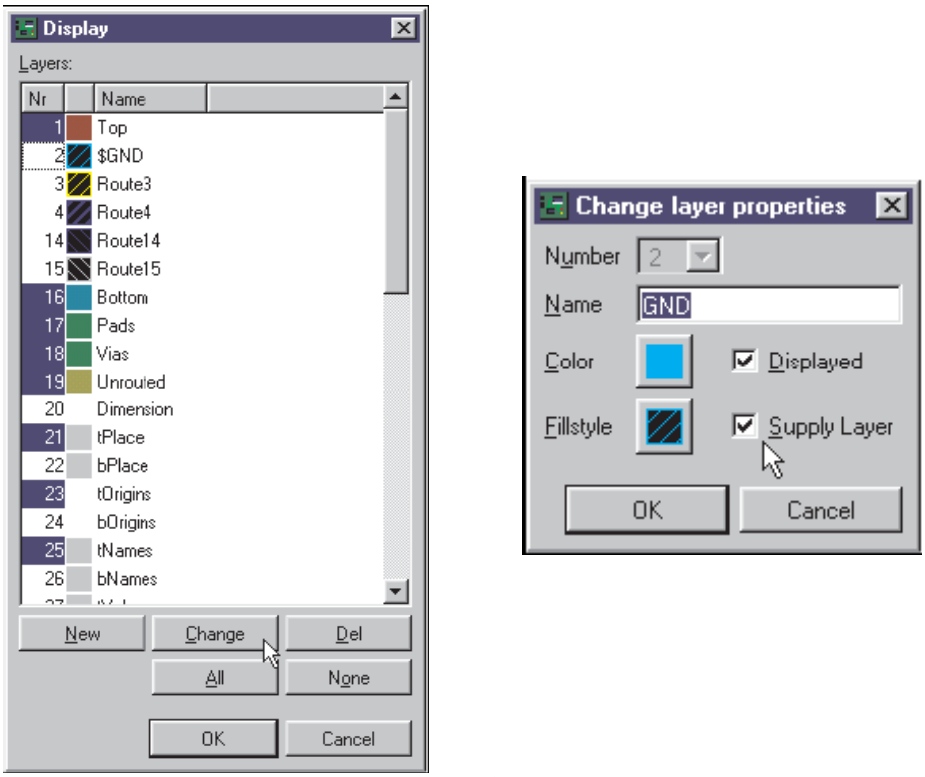
لا تَختَرْ عرضَ السلكَ للمضلّعاتِ رفيع جداً! حيث أن هذا يُمْكِنُ أَنْ يُؤدّي إلي كميات ضخمة للبياناتِ ومشاكلِ في عمليةِ التصنيع.

طبقة تغذية القدرة الكهربائيةِ مع إشارةٍ واحدة :
Power Supply Layer with One Signal

أي طبقة تجهيزِ كهربائيةِ يتم تنفيذها بإعادة تسمية أحد الطبقات من ٢...١٥ بشرط أنّ يكون الاسم الجديد يَشْملُ اسم الإشارة المناظر تتقدمه العلامة $. إذا كانت ، على سبيل المثال، الإشارة مسمّاة بالأرضي GND ستكون كطبقة تغذية قدرة ،فإن هذه الطبقة يتم تصنيفها بالاسمِ $GND.

قائمةُ العرضَ DISPLAY تبين فقط تلك الطبقاتِ المعرفة في إعدادِ الطبقةَ لقواعد التصميمَ!

ولهذا الغرضِ قم بتُنشّيطُ الأمر عرضِ DISPLAY - الشكل (٢١). ثم قم باختيار الطبقةً رقم ٢ مِنْ القائمةِ بواسطة الفأرِة. ثمّ انقر على زرِّ التغييرَ Change.



شكل (٢١)

أدخل اسمَ الإشارة للطبقةِ، و قم بتنشّيطْ صندوقَ فحص طبقةِ التغذية Supply layer . وإذا كانت الطبقة سَتصْبَحُ مرئيةً في تخطيطِ اللوح مباشرةً، من ثم قم بالنقر أيضاً على صندوق الفحص الظاهر Displayed.

الأمر المناظر لهذا المثالِ سَيَكُونُ:

```
LAYER 2 $GND
```

هذا يُحدّدُ أنّ الطبقةِ رقم ٢ (سابقاً تم تعريفها بالمسار Route2) تكون معروفة بالمسمى $GND ، وعلى هذا يتم معالجتها كطبقة تغذية قدرة.

طبقات التغذية يتم عرْضُها وتطبع معكوسة!

الوسائد يتم تُوصيلُها لطبقاتِ تغذية القدرة مَع ما يسمى بالرموز الحرارية، أَو يتم عْزُلها برموزِ العمود الحلقي annulus. الرموز الحرارية عادة لَهُا أربعة قناطر رقيقةِ كموصّل إلى الثقب المَطْلي لنقطة العبور. و تستخدم هذه الطريقة لأن التوصيلَ

الحراريَ العاليَ لمستوى النحاس المستمر يؤدّي إلي فك نقطة لحام الوسادةِ . الشكل والمقاس للعمود الحلقي والرموزِ الحراريةِ محدّد في قواعدِ التصميمَ (DRC command, Supply tab).

للحفاظ على حواف اللوح خالية مِنْ النحاسيِ قم برسم سلكِ عَازْل حول تخطيط اللوح. وبهذا يمكننا تفادى القصر الكهربائي المحتمل بين الطبقات التغذية المتجاورة. إذا أردت استعمال الموجه الآلي Autorouter، على أية حال، هذه الأسلاكِ لا يَجِبُ أنْ تَكُونُ مَرسومة حتى يتم الانتهاء من عمليةِ التوجيه. آلياً يتم توليد طبقاتُ التغذية التي يَجِبُ أَنْ تُعطّلَ في إعدادِ الموجه الآلي Autorouter.

لا إشاراتَ إضافيةَ أَو مضلّعاتَ إشارة قَدْ يتم رسمهما في هذه الطبقاتِ. فإن ذلك يَقُودُ حتماً إلى بطاقة إلكترونيةِ غير صالحة للاستعمال!

تفاصيل عن طبقاتِ التغذية و الموجه الآلي للمسارات Autorouter:

يَأْخذُ الموجه الآلي Autorouter في الحسبان كُلّ الطبقات الداخلية، و لذا يقوم بإمدادنا بالمجموعة الكاملة لأنماطِ لألواحِ متعددةِ الطبقات. حيث يقوم بتوصيل وسائد العناصر السطحية SMD إلى الطبقات الداخلية بواسطة نقاط العبور vias.

افترض فقط نقاط عبور vias والتي يُمْكِنُها توصيل كُلّ الطبقات (مِنْ طبقةِ ١ إلى ١٦) (خلال vias)، الاتجاه المُفَضَّل للموجه الآلي Autorouter يَجِبُ أَنْ يَكُونَ الإعداد N/A لطبقاتِ التغذية الكهربائيةِ (هذا يعْني أن الطبقةَ لَيستْ متوفرةَ للتوجيه). هذا محتمل فقط للطبقاتِ التي لا تَحتوي أيّ أسلاك.

إذا كنت تَستعملُ، نقاط عبور vias خلال كُلّ الطبقات،سواء المستورة، أو المدَفونَة، أو الدقيقة فإن الموجه الآلي، Autorouter لا يَستطيعُ العَمَل بطبقاتِ التغذية. في تلك الحالةِ يجب تَغيير طبقةِ التغذية إلى طبقةِ داخليةِ مع المضلّعِ:

لذا قم بتعطيل أجنحة التغذية Supply في نافذةِ التغييرَ Change من قائمة العرض DISPLAY ورسم مضلّع في الطبقةِ الداخليةِ. المضلّع يُعطي له اسمَ إشارةِ التغذية.

٩-١٠ ألواح متعددة الطبقات مَع نقاط عبور Vias :

هذا النوعِ يَجِبُ أَنْ يُفضّلَ إذا كان بالإمكان أن تمْرُّ نقاط العبور Vias بكُلّ طبقات الإشارة وسَوف يتم تثقيبها في نهاية عملية الإنتاج. و تعتبر تكلفة الإنتاج معتدلة نسبياً.

إعداد الطبقةِ Layer Setup:

الإعدادات المتعلقة بتركيبِ الطبقةِ composition وعددِ طبقاتِ الإشارة يَتم عملها في قواعدِ التصميمَ، وجدول الطبقاتِ layers و الإعداد setup. تعتبر عملية إعداد نقاط العبور vias بسيطة جداً. وليس هناك اعتبارات ضرورية حول سُمك طبقاتِ العزل والنحاسَ.

ببساطة ربط طبقتين نحاسيتين بينهما لب واحد core يتم بواسطة نجمةِ (مثل الصيغة ١٦*٣ أَو ٢*١) و بالتالي يمكنك من تنفيذ تركيبة من عِدّة لُباب لتحيق تعدد الطبقات النحاسية. و يرمز لهذا بواسطة علامة الزائد (مثل في ٤*٣+٢*١). و تسمى الطبقةَ العازلةَ بين طبقتين من النحاس بالمصطلح prepreg طبقة عازلة رغوية. للتعبير عن إمكانيةِ الحاجة إلى نقاطة عبور vias خلال كُلّ الطبقات فإن التعبير الكامل يُوْضَعُ بين قوسين paranthesis.
على سبيل المثال :

4 layers:	(1*2+3*16)
6 layers:	(1*2+3*4+5*16)
8 layers:	(1*2+3*4+5*6+7*16)

هنا نقاط العبور vias دائماً لها الطولُ ١-١٦. و هي قابلة للوصول مِنْ كُلّ الطبقات (راجع أيضاً وظيفةَ طلب المساعدةَ لنقطة العبور VIA).

٩-١١ لوح متعدّد الطبقات مع نقاط عبور مستورة ومدفونة :

Multilayer with Blind and Buried Vias

في لوحات الدوائر المطبوعة ذات الكثافةِ العاليةِ يكون من الضروريُ في أغلب الأحيان استعمال نقاط العبور المستورة و المدفونة. و هى عبارة عن أنواعِ لنقاط العبور vias لا تُقوم بتوصيلُ كُلّ الطبقات، لكنها قابلة للوصول فقط مِنْ عدد معيّن من الطبقاتِ. إذن كيف أن هذه الطبقاتِ يتم توصيلها معاً بالاعتماد على عملية تصنيع اللوحةِ التي يَجِبُ أَنْ تُقرّرَ في جزئية إعداد الطبقةَ في قواعدِ التصميمَ.

الرجاء الاتصال بمورد ألواح الدوائر المطبوعة boardhouse قبل بَدْء العملِ! للاستفسار عن أيّة إعدادات مناسبُة للطبقةِ وللغرضِ الذي تسعى إليه.

٩-١١-١ إزالة الغموض Disambiguation

اللب Core:

هو عبارة عن اللبَّ الغيرَ مرنَ المَكْسُوُ بالنحاسِ على احد الجوانب أَو على كلا الجانبين.

الطبقة العازلة الرغوية بين ذبقتين من النحاس Prepreg :

هي عبارة عن مادة غروية مرنة glueing أَو طبقةً عازلة تستعمل في عملية التصنيع اللوح المتعدد الطبقات لضَغْط الطبقاتِ الداخليةِ والخارجيةِ مع بعضهم البعض.

تكويم الطبقات Layer Stack:

عبارة عن عُلبة من أيّ عدد من الطبقاتِ يَشْملُ اللباب cores و الطبقات العازلة الغروية prepregs التي يتم ربطها معاً في الخطوةِ الجارية للإنتاجِ.

نقطة عبور مدفونة Buried Via :

لا تختلف طريقة تصنيع نقطة العبور المدفونة عن نقطة العبور العادية . فالتكويم الحالي للطبقات سَوف يتم ثقبه بالكامل. في خطوات الإنتاجُ التاليُة نجد أن نقاط العبور المنفذة يُمْكِنُ أَنْ تغطّي تماماً و تصبح مدفونة بضَغْط لُباب cores أخرى وطبقات عازلة رغوية prepregs على تراكم الطبقات الحاليةِ. إذا كانت نقطة العبور غير مرئيَة على اللوح المُكتمَل فإننا نطلق عليها نقطة العبور المدفونة.

نقطة العبور المستورة Blind Via :

و هي عبارة عن نقطة العبور التي تقوم بتوصيل أي طبقة خارجية مع أي طبقة داخلية لكنها لا تمر خلال كل طبقات النحاس (أي لا تتصل أو تقوم بتوصيل الطبقات النحاسية التي تمر خلالها). تخصيص نقطة العبور المستورة تقع في عملية الإنتاج. التكوم الطبقي الحالي لا يتم فيه ثقب كل الطبقات و النفاذ منها. فتحة الثقب لَها عمقِ معين يعتمد على عددِ الطبقاتِ النافذ منها و التي يَجِبُ أَنْ تسْمُح بالربط كهربيا فيما بينها. نقطة العبور المستورة يَجِبُ أَنْ تتبع النسبة المعطاة للعمق إلى قطر الثقب. الرجاء الاتصال بمورد الألواح الخام للدوائر المطبوعة boardhouse للحصولْ على معلوماتِ حول هذا الموضوع. هذه النسبةِ يَجِبُ أَنْ تُعرّفَ في جدول المقاسات Sizes tab كنسبةِ دنيا لنقاط العبور المستورة.

نقطة العبور الدقيقة Micro Via :

تعتبر نقطة العبور الدقيقة حالة خاصّة من نقطة العبور المستورة. حيث لَهُا عمق أقصى
لطبقة واحدة وقطر مثقابِ صغيرِ جداً. شاهدْ صفحةً ١٣١.

٩-١١-٢ إعداد الطبقةِ Layer Setup:

تركيب كل من اللُباب cores و الطبقات العازلة الرغوية prepregs يَسْمحُ للعديد مِنْ المتغيراتِ. في الجزء التالي يتضح بَعْض الأمثلةِ التي توضح وظيفةَ إعدادِ الطبقةَ. رجاءً أقرأ هذه الفقرةِ بتمعن. حتى إذا نويت تَصميم لوح دائرة مطبوعة مكون من أربعة طبقات، على سبيل المثال، فإنه من المُسْتَحسن قِراءة أيضاً كُلّ الأمثلة للحصول على الفَهْم الأفضل.

لوح مكون من أربعة ذبقات 4-Layer Board- :

مثال ١:

الطبقات المستعملة هى أرقام ١،و ٢،و ٣ و ١٦ كما بالشكل (٢٢).
تركيب اللوح: لب واحد داخلي، و طبقات عازلة رغوية prepregs خارجية .
التوصيلات : ١-٢ (نقطة عبور مستورة) ، ٢-٣ (نقطة عبور مدفونة) و١-١٦ (نقطة عبور عادية)
فإن صيغة الإعدادَ تبدوا مثل التالي:

```
[2:(1+(2*3)+16)]
```

الشرح:

```
2*3
```

تعمل الطبقتين ٢ و ٣ على تكوين لب

```
(2*3)
```

الأقواس تسمح لنقطة عبور مدفونة من ٢،٣

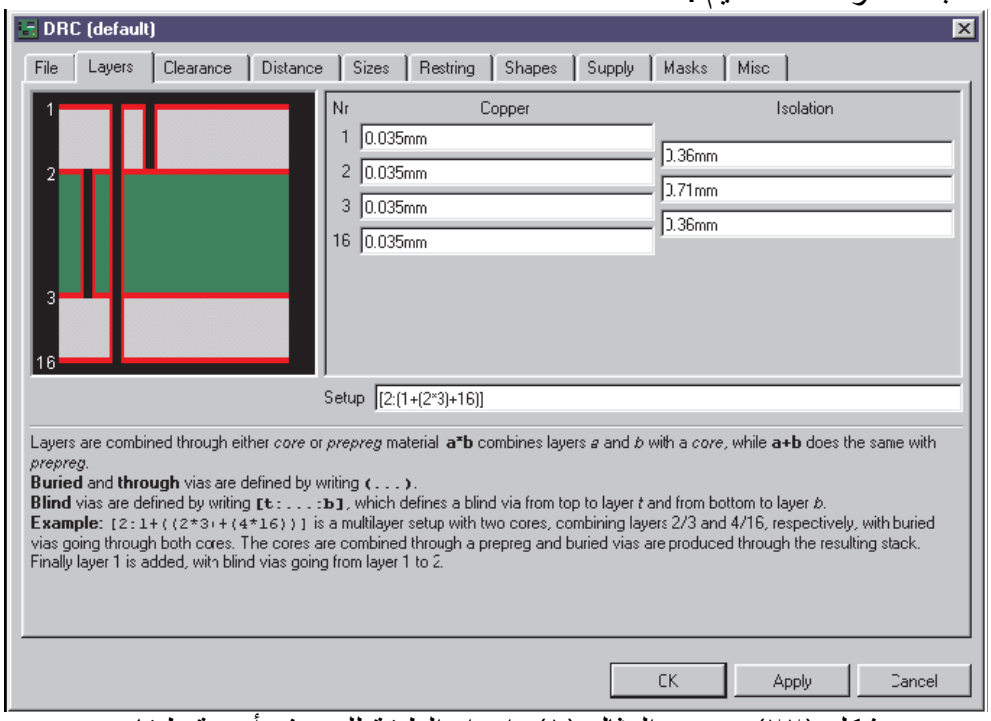
```
(1+(2*3)+16)
```

على كلا الجانبينِ للب يتم ضغط طبقاتِ النحاس الرئيسيةِ معا مع طبقات عازلة رغوية prepregs. الأقواس الخارجية تعرف باستمرارية نقطة العبور من ١-١٦.

```
[2:(1+(2*3)+16)]
```

في الأقواس المربعةِ والمفَصولة بواسطة نقطتى الترقيم (:) تم تعريف نقطة العبور المستورة.

هنا مِنْ طبقةِ ١ إلى ٢. الصورةُ التاليةُ توضح صيغة الإعداد النسبي في جدول الطبقات لقواعد التصميم .



شكل (٢٢) يوضح المثال (١): إعداد الطبقة للوح ذو أربعة طبقات

نقطة العبور المستورة يَجِبُ أَنْ تُبقي نسبة عمق نقطة العبور إلى قطر الثقب معينة. لهذا السببِ من الضروريُ تصنيف القِيَم لسُمكِ الطبقةَ. هذه القِيَم مُعطاة من خلال مورد الألواح الخام boardhouse! فمن المُفتَرَض الاتصال بهم في حالة ما قبل بَدْء تخطيطِ اللوح! قم بكتابة القِيَمَ في النحاسِ (سُمك الطبقةِ النحاسيةِ) والعزل (سُمك الطبقةِ العازلةِ) كما في الصورةِ.

مثال ٢:
الطبقات المستعملة أرقام ١،و ٢، و٣، و١٦ كما بالشكل (٢٣).
تركيب اللوح: لب واحد داخلي، و طبقات عازلة رغوية prepregs خارجية.
التوصيلات: ١-٢، ٣-١٦ (نقط عبور مستورة)، ١-١٦ (نقطة عبور عادية)
إعدادِ الصيغة:

```
[2:(1+2*3+16):3]
```

الشرح :

```
2*3
```

تعمل الطبقتين ٢ و ٣ على تكوين اللب

```
1+2*3+16
```

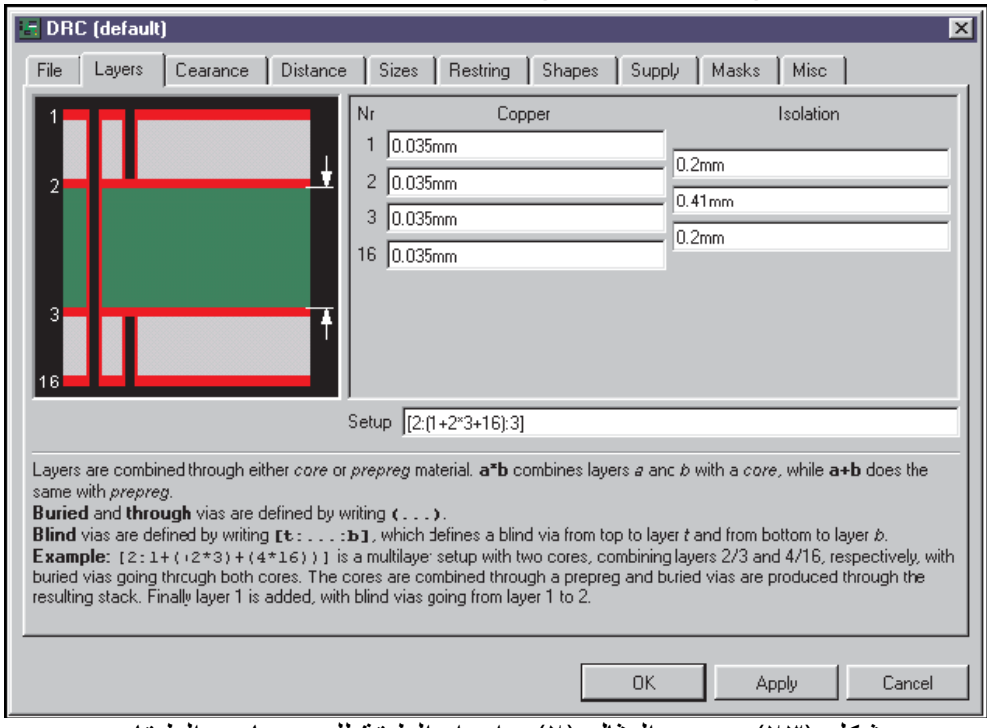
على كلا الجانبينِ من اللب يتم ضغط الطبقاتِ النحاسيةِ الرئيسية ١، و١٦ معاً مع الطبقات العازلة الرغوية prepregs.

```
(1+2*3+16)
```

تُشير الأقواس الخارجيةُ إلى أن هناك نقطة عبور عادية من الطبقة ١-١٦.

```
[2:(1+2*3+16):3]
```

أما الأقواس المربعةِ والفَصل بواسطة نقاط الترقيم (:) فإنها تشير إلى تعريف نقاط العبور المستورة .
هنا مِنْ الطبقةِ ١ إلى ٢ و من ١٦ إلى ٣.



شكل (٢٣) يوضح المثال (٢) : إعداد الطبقة للوح رباعي الطبقات

لوح مكون من ستة طبقات 6-Layer Board :

مثال ٣:

الطبقات المستعملة ١، و٢، و٣، و٤، و٥، و ١٦ كما بالشكل (٢٤).
تركيب اللوح: لُبان اثنان ،و طبقات عازلة رغوية prepregs خارجية.
التوصيلات: ٢-٣، ٤-٥ (نقاط عبور مدفونة)، ١-١٦ (نقاط عبور عادية)
إعدادِ الصيغة:

(1+(2*3)+(4*5)+16)

الشرح:

(2*3)+(4*5)

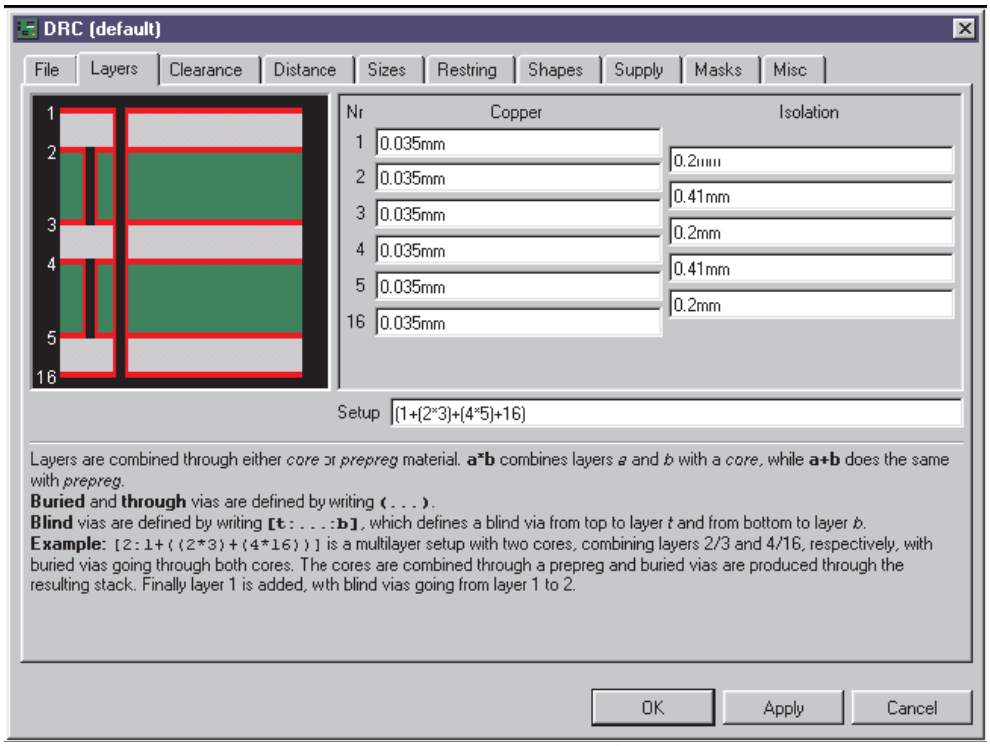
لُبان اثنان مع نقاط عبور مدفونة يتم ضغطهما معاً.

1+(2*3)+(4*5)**+16**

هذه الكومةِ من الطبقات تُغطّي بالطبقاتِ الخارجيةِ رقم ١ و ١٦ المعَزولَة بطبقات عازلة رغوية prepregs.

(1+(2*3)+(4*5)+16**)**

وضع الصيغة الكاملة بين قوسين يعني أن هناك نقطة عبور عادية تعبر خلال الطبقات كلها مِنْ ١-١٦.



شكل (٢٤) يوضح المثال (٣) : إعداد الطبقة : للوح سداسي الطبقات

إن قِيَمَ سُمكِ الطبقةِ المستعملة في هذه الأمثلةِ خيالية. رجاءً اتصل بمورد الألواح الخام للدوائر المطبوعة boardhouse للحُصُول على القِيَمِ المَسْمُوح بها .

مثال ٤:
الطبقات المستعملة ١، و٢، و٣، و٤، و٥، و ١٦ كما بالشكل (٢٥).
تركيب اللوح: لب واحد، على كُلّ جانب عدد اثنان من الطبقات العازلة الرغوية prepregs.
التوصيلات: ٣-٤ (نقاط عبور مدفونة) ، ٢-٤ (نقاط عبور مستورة في التكوم الطبقي الداخلي)، ١-١٦ (نقاط عبور عادية)

إعدادِ الصيغة:

$$(1+[4:2+(3*4)+5]+16)$$

الشرح:

$$2+(3*4)+5$$

اللب مَع نقطة عبور مدفونة. و طبقة عازلة رغوية واحدة prepreg على كُلّ جانب.

$$[4:2+(3*4)+5]$$

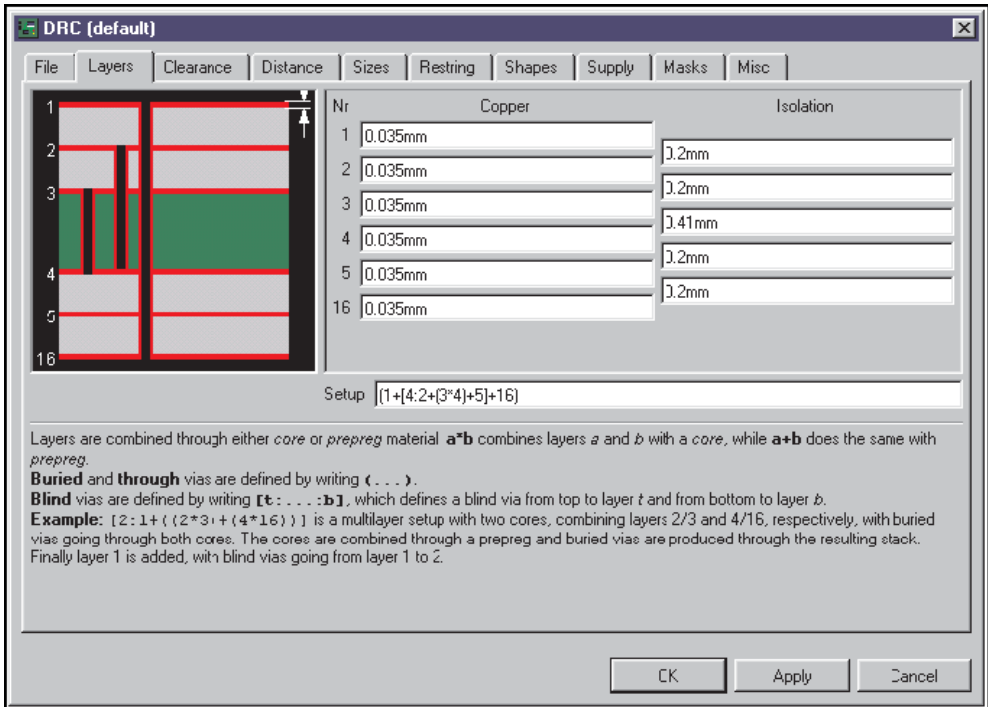
نقطة عبور مستورة من الطبقة ٢ إلى ٤

$$1+[4:2+(3*4)+5]+16$$

على كومةِ الطبقةِ يتم ضغط طبقة عازلة رغوية prepreg على كُلّ جانب .

$$(1+[4:2+(3*4)+5]+16)$$

الأقواس الخارجية تسمح بنقطة عبور عادية تخترق الطبقات من ١ إلى ١٦



شكل (٢٥) يوضح المثال (٤) : نقط عبور مستورة في كومة من الطبقات الداخلية

لوح مكون من ثمانية طبقات 8-Layer Board :

مثال ٥:

الطبقات المستعملة ١، و٢، و٣، و٤، و٥، و٦، و٧، و١٦ كما بالشكل (٢٦).

تركيب اللوح: ثلاثة لُباب ،و طبقات عازلة رغوية prepregs خارجية.

التوصيلات: ١-٣، ٦-١٦ (نقاط عبور مستورة)، ٢-٣، ٤-٥، ٦-٧ (نقاط عبور مدفونة)،١-١٦ (نقطة عبور عادية).

إعدادِ الصيغة:

```
[3:1+(2*3)+(4*5)+(6*7)+16:6]
```

الشرح:

```
(2*3)+(4*5)+(6*7)
```

ثلاثة لباب، كُلّ واحد مَع نقطة عبور مدفونة، مَضْغُوط سوياً وتعَزلَ بواسطة طبقات عازلة رغوية prepregs.

```
1+(2*3)+(4*5)+(6*7)+16
```

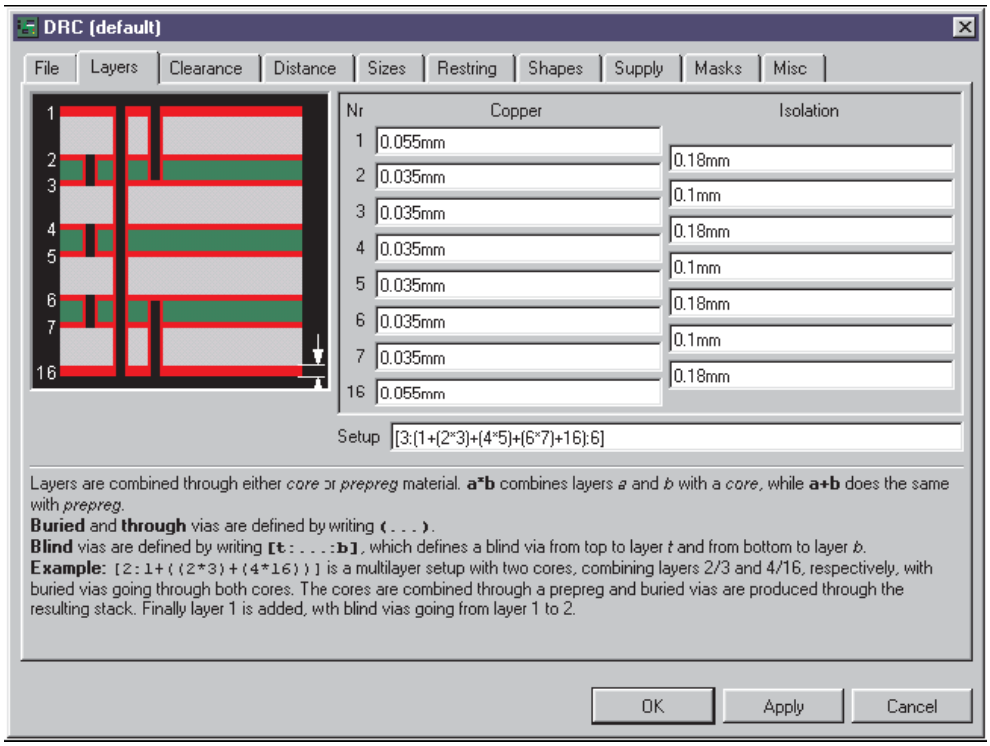
طبقات النحاسُ الخارجيُة ١٦ و١ والمَعْزُولة خلال طبقات عازلة رغوية prepregs تم ضْغُطها على تكوم هذه الطبقات.

```
(1+(2*3)+(4*5)+(6*7)+16)
```

الأقواس الخارجية تعني أن هناك نقطة عبور عادية تخترق كل الطبقات من ١ الى ١٦

```
[3:(1+(2*3)+(4*5)+(6*7)+16):6]
```

نقطة عبور مستورة من ١-٣ و ١٦-٦



شكل (٢٦) يوضح المثال (٦) إعداد الطبقة للوح ذو ثمانية طبقات

٩-١١-٣ ملاحظات للعمل مع نقاط العبور المستورة و المدفونة و الدقيقة:

الأمر VIA :

اعتمادا على إعدادِ الطبقةَ Layer setup فإن نقاط العبور vias يُمكنُ أَنْ تأخُذَ أطوالاً مختلفةً. يقوم شريط معاملات الأمر VIA بتوضيح كل الأطوال الممكنة في صندوق الطبقة Layer box . عندما يتم توجيه المسارات يدوياً (الأمر ROUTE) فإن برنامج EAGLE يَأْخذُ طول نقطة العبور المحتملُ والأقصر لكي يُغيّرَ الطبقاتَ. من الممكن أيضاً أن تكون نقطة العبور عند نفس الموضع يتم استطالتها.

يمكن تغيير طولِ نقطة العبور بالأمر CHANGE VIA. اختر القيمة من القائمة المناظرة ثم انقر نقطة العبور via بواسطة الزر اليسار للفأرة.
يَستعملُ نافذة كتابة الأمر بدلاً عن ذلك:

```
CHANGE VIA 2-7
```

و بالنقر على نقطة العبور يتم تغيير الطول من الطبقة ٢ إلى ٧. إذا كان طول نقطة العبور via المعطي غير معرف في إعداد الطبقة Layer setup فإنه سيتم إطالته إلى الطول التالي المحتمل أو، إذا كان هذا غير ممكن، فإن رسالة الأخطاء سوف تظهر.

```
VIA 'GND' 1-4 (1.05 2)
```

أماكن نقطة العبور المنسوبة إلى signal GND ويَصِلُ مِنْ الطبقةِ ١ إلى ٤ في الموقعِ ذو الإحداثيات (١.٠٥ ٢).

أمر التوجيه للمسارات ROUTE :

إذا أردت تَغيير الطبقةِ بينما تقوم بتخطيط اللوح، يأخذ برنامج EAGLE دائماً نقاط العبور الأقصر و المحتملة (CHANGE LAYER) . من المحتملُ أيضاً أن نقطة العبور عند نفس الموضع يتم إطالتها آلياً .

إذا كانت نقطة العبور الدقيقة مُمَكَّنة في قواعدِ التصميمَ، فإن برنامج EAGLE يَضِعُ نقطة عبور دقيقة عندما يكون التوجيه مِنْ العناصر السطحية وتغييره فوراً إلى الطبقة الداخلية التالية.

الموجه الآلي للمسارات Autorouter :

يَدْعمُ Autorouter نقاط العبور المستورة و نقاط العبور المدفونة. إذا قرّرُت استعمال الموجه الآلي Autorouter للوح متعدد الطبقات والتي تستخدم نقاط العبور المستورة و المدفونة فإنه من غير المسموح العمل بالتوليد الآلي لطبقات التغذية. في هذه الحالةِ يمكن للطبقات الداخليةِ أَنْ تُعرّفَ بمساعدة المضلّعات.

طبقات التغذية الحاليةِ يُمْكِنُ أَنْ تُتحوّلَ إلى طبقاتِ بتغذية المضلّعات بواسطة:

- إعادة تسمية الطبقةَ (لا وجود للعلامة $ في بِداية الاسمِ)،
- من المحتمل إزالة أسلاكَ العزل الحاليةِ ،
- رسم مضلّع يَغطّي تخطيطَ اللوحِ بالكاملَ، و
- تسمّية المضلّعَ باسمِ الإشارة المُفَضَّلِ.

٩-١١-٤ نقطة العبور الدقيقة- الحالة الخاصّة مِنْ نقطة العبور المستورة :

بالمقارنة مع نقاط العبور المستورة التي يُمْكِنُ أَنْ تصلَ عِدّة طبقاتِ في العمق إلى اللوحةِ حيث نقطة العبور الدقيقة تقوم بتوصيل الطبقة الخارجية مع الطبقة التالية الداخلية. قطر الثقب لنقطة العبور الدقيقة صغيرُ نسبياً. في الوقت الحاضر القِيَم العادية تكون حوالي من ٠.١ إلى ٠.٠٥ مليمترِ.

لأسباب صناعية نجد أن نقطة العبور الدقيقة مثل نقطة العبور المستورة لها نسبة العمق إلى قطر الثقب . هذه النسبة تعرف العمق الأقصى لنقطة العبور عند قطر ثقب معين . القيمة الصحيحة يُمْكِنُ أَنْ تعرفها مِنْ مورد الألواح الخام للدوائر المطبوعة boardhouse. ضِعْ هذه القيمةِ في قواعدِ التصميمَ، جدول المقاسات، أدنى نسبة نقطة عبور مستورة. افترض أن المورد boardhouse لديه النسبةَ ١:٠.٥ فيَجِبُ عليك أَنْ تَدْخلَ القيمة ٠.٥ لأدنى نسبة نقطة عبور مستورة .

إضافة إلى ذلك يقوم فاحص قاعدةِ التصميمَ Design Rule Check بالتأكد من أدنى قطرَ ثقب لنقطة العبور الدقيقة المعطاة في Min. MicroVia إذا كانت هذه القيمةِ أعلى مِنْ قيمة أدنى ثقب (قياسي)،فإن نقاط العبور الدقيقة لَنْ يتم فحصها. إنّ قطرَ نقاط العبور الدقيقة تم إعدادها في جدول Restring tab من قواعدِ التصميمَ.

٩-١٢ تحديث العناصر (تحديث المكتبةِ)

يَسْمحُ الأمر تحديث UPDATE للعناصر في الشكل التخطيطي أَو تخطيط اللوح بالاستبدال بالعناصر المعرّفَة بموجب المكتبات الحالية. هذه الوظيفةِ مِنْ الاهتمام المحدد لإيجاد المشاريع. إذا، أثناء التطويرِ، كانت تعريفات الأغلفة، أو الرموز أَو العناصر في المكتبات مُتَغَيّرة، فإن المشروع الحالي يُمْكِنُ أَنْ يَكُونُ متكيّفاً معهم.

عنصر القائمة Library/Update يجعل كُلّ العناصر في مشروع تكون مقَارنَة بالتعاريفِ في المكتبات الحاليةِ. إذا وجد برنامج EAGLE اختلافات، فإنه يقوم بتبديل العناصر. تلك المكتبات على الطريقِ المحدّد للمكتبات في واجهة التحكم تحت Options/Directories سَتَفْحصُ.

من المحتملُ أيضاً تحديث العناصر مِنْ مكتبةِ معيّنةِ واحدة. اكتب الأمر UPDATE في نافذة كتابة الأوامر، حدد المكتبةَ، على سبيل المثال:

```
UPDATE linear
```

or

```
UPDATE /home/mydir/eagle/library/linear.lbr
```

أَو اختر المكتبة في صندوق حوارِ ملفَ من القائمة Update/Library في الحالةِ ما إذا أردت استبدال الأجزاءِ مِنْ مكتبةِ واحدة بأجزاءِ مِنْ مكتبة أخرى يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ الأمر:

```
UPDATE old-lbr-name = new-lbr.name
```

يُمثّلُ Old-lbr-name اسم المكتبةِ كما هو معروض من قبل أمر المعلوماتِ INFO في تخطيطِ اللوح أَو الشكل التخطيطي. بينما New-lbr-name يؤيد المكتبة التي منها تُريدُ أَخْذ العناصر. و قد تُضيفُ الطرقَ paths أيضاً. رجاءً شاهدْ وظيفةَ طلب المساعدةَ للمزيد من المعلومات.

في العديد مِنْ الحالاتِ سَوف تَسْألُ نفسك أى البوابَات المنطقية أو الأطراف الدبوسية أَو الوسائد يَجِبُ أَنْ يتم استبدالها طبقاً للاسم أَو طبقاً للموقع. هذا يَحْدثُ دائماً إذا كانت الكائنات الرسومية بالمكتبةِ تم إعادةَ تسميتها، أَو إذا كان موقعِها (سلسلة) تم تغييرها.

إذا كان هناك الكثير مِنْ التغييراتِ تَم عملها في المكتبةِ مرةً واحدة (ومثال على ذلك: - أسماء الأطراف الدبوسِية ومواقعها تم تَغَيّيرها) لَيس من المحتمل تَنفيذ التكيف الآلي. في مثل هذا الحالةِ من المحتملُ أمّا أَنْ تُنفّذَ التعديلاتَ إلى المكتبةِ في خطوتين (ومثَال على ذلك: - أولاً تسمية الأطراف الدبوسية وبعد ذلك مواقعها)، أَو أن نعطي عنصر المكتبةَ اسم جديد، لكي لا يتم مبادلتها.

إذا كان التذييل الأمامي &خلفي نشيطُ، فإن العناصر تَستبدلُ في الشكل التخطيطي وفي تخطيطِ اللوح في نفس الوقت. يمكنك الحصول على معلوماتَ أخرى على صفحاتِ طلب مساعدةِ البرنامجَ.

بعد أيّ تحديث مكتبةِ، رجاءً نفّذْ كلا من ERC على الشكل التخطيطي و DRC على تخطيطِ اللوح !

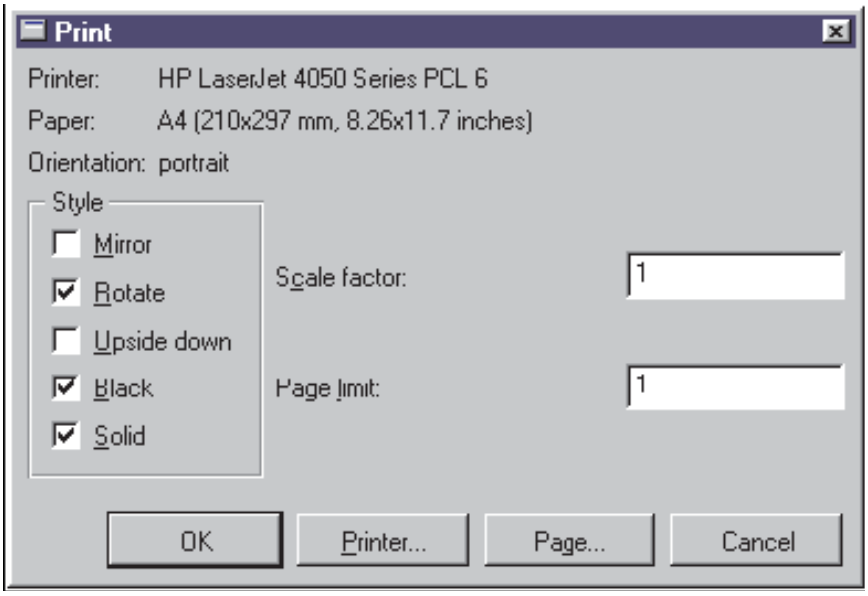
العناصر الفردية يُمْكِنُ ، على سبيل المثال، أن تكون مُجَدَّدةً بواسطة الأمر ADD . إذا استعملْت الأمر ADD لجَلْب عنصر معدّلَ مِنْ المكتبة، سَوف تَسْألُ فيما إذا كان كُلّ التعاريف الأقدم لهذا النوعِ يَجِبُ أَنْ تُحدث.

بعد التحديث يُمْكِنُك أَنْ تَحْذفَ العنصر الذي قمت بجَلبَه فقط. ثانيةً هنا من الحكمة تَنفيذ الفحص ERC و الفحص DRC بعد التحديث!

٩-١٣ طباعة الشكل التخطيطي وتخطيطَ اللوح :

يُمْكِنُ أَنْ تُطْبَعَ الرسومات التخطيطية، و تخطيط أللوح وأيضاً عناصرِ المكتبةِ باستخدام أمر الطباعةَ PRINT. أستعمل أمر العرضِ DISPLAY أولاً ، قبل أَنْ تَختارَ الطبقاتَ التي تُريدُ طباعتها. إنّ القاعدةَ الأساسيةَ: إذا كنت ترى ذلك في نافذة المحرّرِ، فإنك سوف تَراه مطبوعاً .

علامة الإحداثيات المتقاطعة تعطي نقطة الأصل للنَصِّ وخطوطِ الشبكةِ البيانية والمضلّعاتِ التي لا يُمْكن حسابها (فقط مخططات المضلّعَ المرئية في محرّر تخطيطِ اللوح بعد عملية Ratsnest) و تعطي استثناءات إلى هذه القاعدةِ. عندما يتم النقر على أيقونة الطابعةَ الموجودة على شريط الأفعال، فإن صندوق حوار الطبع PRINT سيتم فتحه – الشكل (٢٧) .



شكل (٢٧) نافذة الطباعة

إنّ الطابعةَ المختارةَ حالياً يتم ظهورها في قمةِ النافذةِ. كما يُمْكِنُ تُغيير الطابعة المختارة بواسطة زر الطابعةِ. printer .

الشكل Style يسمح لعدد مِنْ خياراتِ الخرج الّتي سَيتم اختَيارُها:
mirror تَعْكسُ المرآةُ الرسم من اليسار إلى اليمين، الأمر Rotate يقوم بإدارتها بمقدار ٩٠ درجةَ، ويَقْلبُه رأساً على عقب Upside down خلال ١٨٠ درجةِ. إذا كان كلا منهما نَشَّيط، فإن نتيجة الدوران ٢٧٠ درجةِ.

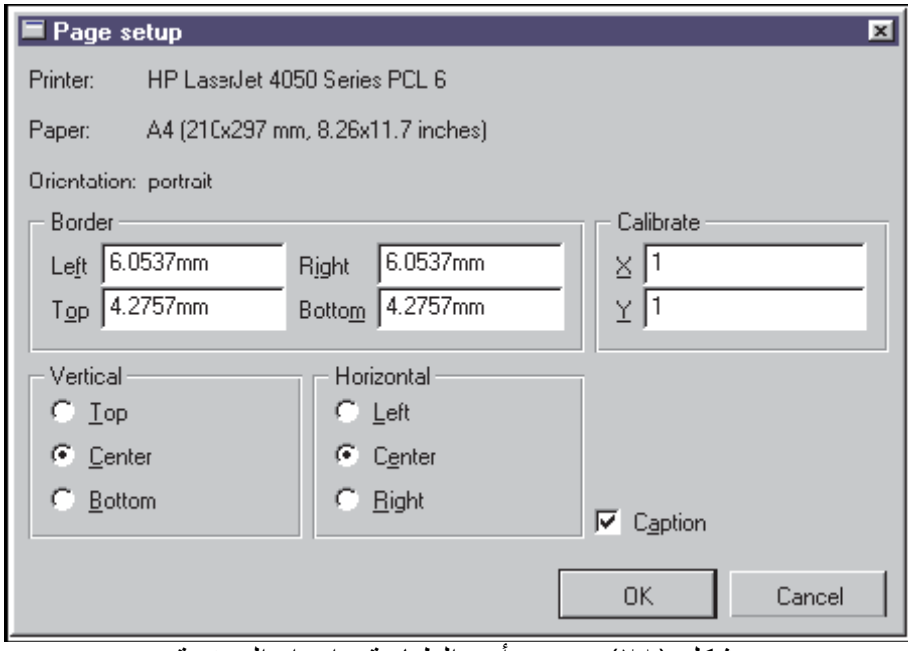
إذا تم اختيارِ الخيار الأسودِ، فإن الطباعة ستكون أبيض و اسود.

ما عدا ذلك فإن الطباعة سَتَكُونُ أمّا ملونة color أَو بدرجات من اللون الرمادي gray scale، اعتمادا على الطابعة.

اللون الغامق Solid لكُلّ عنصر يجعله مملؤة كلّيَّتاً. إذا أردت أَنْ تَرى أنماط مختلفة مملؤة للطبقات الفردية، قم بإبطال هذا الخيار.

يُحدّدُ عاملُ المِقياسَ scale factor مِقياسَ الرسم. إذا كان حدِّ الصفحةِ page limit تم إعداده عند الصفر، فإن الطابعة سَتَستعملُ مهما كان عدد الصفحاتِ المطلوبة لطِباعَة الخرج عند المِقياسِ المختارِ. إذا تم اختيار قيمة مختلفة،فإن برنامج EAGLE سَيُقوم بضبط مِقياسَ الرسم لمُلائَمَتَه لعدد الصفحاتِ المقررة. هذا يَعْني أنه، تحت ظروف غير مناسبِة، فإن المِقياس المختار لا يُمْكن أنْ يُستَعملَ.

من المحتملُ اختيار أى من الصفحات مِنْ الشكل التخطيطي مطبوع باستعمال صندوق عدد الصفحات Sheets box . هذا يَظْهرُ فقط في محرّرِ الشكل التخطيطيِ. زر الصفحة. . ّPage يَدفعك إلى نافذةِ أخرى تَسْمحُ بإعدادات مُخْتَلِفةِ للصفحةِ – الشكل (٢٨).



شكل (٢٨) يوضح أمر الطباعة : إعداد الصفحة

حواف الطباعةِ يُمْكِنُ أَنْ تُعرّفَ بواسطة الأربعة صناديق الدخل تحت مسمى الحدودِ Border . ربما يتم إدخال القِيَم بوحدات المليمترِات أَو البوصاتِ. إذا قمت بتغيّير القِيَمَ وتُريدَ استعمال الإعداد القياسي لسواقِة الطابعةَ ثانيةً، ببساطة قم بإدخال الصفر . الصناديق العمودية والأفقية تَسْمحُ لوضع المطبوعات بالنسبة للصفحة الّتي سَتُحدّدُ.

المعايرة Calibrate تسْمحَ لعواملِ التصحيحِ للمحورين x و y أن يكونا مدخلين . هذا يَؤدي بالأخطاءِ خطيّةِ في الدقةِ البعديةِ للطَبعةِ أن تكُونُ مُصَحَّحة.

يمكن تشغيل أو عدم التشغيل خيارُ التعليقَ Caption option لإظهارَ العنوانِ، وطْباعُة التاريخ، واسم الملف ومِقياس الطباعةِ .

إذا لم تكن فتحات المثقاب في الوسائد و نقاط العبور vias ، عندما يتم طباعة تخطيط اللوح،غير مرئية، اخترُ خيار No Drills لنمطِ العرضَ Display mode عن طريق قائمة الخيارات Options/Set/Misc.

يمكن أيضاً كتابة أمر الطباعة PRINT مباشرة في نافذة كتابة الأوامر، أَو يُمكنُ تشغيل ملف المخطوطةِ script file. المعلومات حول اختيار الخياراتِ متوفرةُ في صفحات طلب المساعدةِ.

لكُلّ أولئك الذين لَهُم خبرة بالنسخ للإصدارات السابقةِ لبرنامج EAGLE:
يَجيءُ برنامج EAGLE ببرنامج لغةِ مستعملِ User Language Program يطلق عليه cam2print.ulp الذي يُحوّلُ وظائفَ CAM السابقةِ خاصتك إلى ملفات المخطوطةِ لكي تستخدمه مع الأمر PRINT . هناك برنامجِ لغةِ المستعملِ أخر cam2dxf.ulp يسمح باستعمال سابق وظائفَ CAM السابقةِ لتوليد DXF data.

١٤-٩ إنشاء بياناتَ التصنيع

Creating Manufacturing Data:

طبعات تخطيطِ اللوح يُمْكِنُ أَنْ تكون منشأة لأغراضِ التوثيقِ باستخدام الأمر PRINT. و يجدر بالذكر أن الطبقات التي تم تنُشّيطها بالأمر DISPLAY يتم طباعتها. النسخة المطبوعة يكون لَها نفس الظهورِ كما يظهر تخطيط اللوح layout على الشاشة.

الاستثناء: علامات الأصلِ origin marks للنصوص وخطوطِ الشبكةَ البيانية لا يتم طباعتهما.

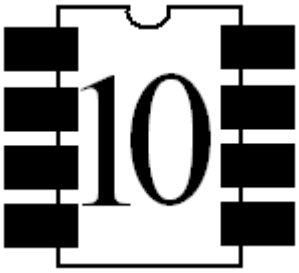
إنّ بياناتَ التصنيع تُولّدُ نموذجياً بمعالجِ CAM. أي تَشْكِيلة من السواقِات تتوافر لإنشاء بياناتِ التثقيب drilling data، بيانات جربر Gerber data، بيانات الراسم plotter data وهلم جر. سَنَعُودُ إلى هذا الموضوعِ في باب معيّن لاحقاً.

لتوفير التكلفَة، ربما يكون من الخطأ إمداد صانع اللوح بتخطيط اللوح في صورة لوح متعدد. يُمْكِنُك أَنْ تُعيدَ إنتاج تخطيط اللوح لإنشاء لوح متعدّد بالأمر مجموعةِ GROUP، و الأمر قصّ CUT والأمر لصق PASTE. يجب ملاحظة أَنَّ هذا سَيغيّرُ الشاشة الحريرَية للوح، حيث أن العناصر و الإشارات تستقبل أسماء جديدة عندما يتم وضع تخطيط اللوح. تأكد من أنّ كُلّ الطبقات مَعْرُوضة قبل استعمال الأوامر مجموعةِ GROUP و قطعِ CUT .

أيّ صيغة بياناتِ أخرى يُمْكِنُ أَنْ يتم إنشائها بمساعدة ULPs (برامج لغة مستعملِ). راجع الوصفَ القصيرَ لبرامج لغة المستعملِ في واجهة التحكم Control Panel .

الجزء الرابع

١٠	تصميم وإضافة عناصر جديدة لمكتبة البرنامج



تصميم و إضافة عناصر جديدة لمكتبة البرنامج

عند تصميم الدوائر المطبوعة باستخدام برنامج EAGLE، يتم جلب عناصر من المكتبات و وضعها في الرسم التخطيطي، أو إذا لم يتم استخدام محرّرِ الرسم التخطيطي ،فإنه يتم وضعها في تخطيط اللوح. ومن ثم فإن كُلّ معلومات العناصر التي استخدمت تم إذن تسجيلها في ملف الرسم التخطيطي أو تخطيط اللوح. و على ذلك فإنّ المكتبات لَمْ تَكن حلقة أساسية في عملية التصميم بل هى جزء مساعد وكقاعدة بيانات للعناصر. لذا عندما تُريدُ العُبُور برسمك التخطيطي من خلال طرف ثالث وهو المكتبة للحصول على تخطيط اللوح (الشكل التنفيذي) من نفس الشكل التخطيطي، فأنه من الضروري أن تتيح المكتبات لك كافة العناصر المرغوبة. مع أن أي تعديل في المكتبة سواء بحذف عناصر أو إضافة الجديد منها أو تصميم حسب الطلب، لَيْسَ لهُ تأثيرُ على الشكل التخطيطي أو اللوح.

بَعْض الأمثلةِ العمليةِ التالية، التي منها التطبيق الفعّال للأوامر والمعاملات المعنية، سَوف يتم توضيحها. أولاً سَنَأْخذُ مثال المقاومة ونحاول تطبيق العمليةِ الكاملةِ لتَصميم عنصر بسيط.

المثال الثاني يُزوّدُ بوصف كامل مِنْ تعريفِ النبيطة المعقّدة، متضمناً مغايراتِ وتقنياتِ الأغلفة المُخْتَلِفةِ. بعد هذا سَنُناقشُ الميزّاتَ الخاصّةَ التي يَجِبُ أَنْ تَكُونَ قد أُخذتْ في الحسبان مع أكثر العناصر تعقيداً.

في الجزء الأول من الكتاب يوجد تلميحَات تَتعلّقُ بإدارةِ العناصر والمكتبةَ. كيف تقوم بإنشاء مكتبتُك الخاصةُ؟ كَيفَ تقوم بنْسخُ العناصرَ مِنْ أحد المكتبات إلى أخرى؟

المحاولات الأولى في تَحرير الأغلفة، أو الرموز، أَو النبائط قَدْ تُؤدّي إلى الحاجة لحَذْف عناصرِ المكتبةِ المُخْتَلِفةِ. لعمل هذا، استعملُ الأمر REMOVE.

١٠-١ أوامر تستخدم في تنفيذ الكائنات الرسومية :

يتم رسم الكائنات الرسومية المعبرة عن الرموز و الأغلفة بواسطة الأوامر
WIRE, CIRCLE, ARC, RECTANGLE and TEXT
من ناحية هذه الإشغالات تقوم بالخدمة كعناصرِ الرسم البحتة للرموزِ، و الأغلفة، والإطارات الخ. ، ومن الناحية الأخرى يُمْكِنُ استخدامها لأداء وظائف خاصة، مثل تعريفِ المناطق المحظورةِ.

١٠-١-١ الأمر WIRE التوصيل بالسلكَ:

يستخدم هذا الأمر لرَسْم الخطوطِ. انقر أمر WIRE في شريط الأوامر. كُلّ المعاملات لهذا الأمر يُمْكِنُ ظهورها في شريط معاملات الأوامر. الطبقة المختارة التالية ٩٤، الرموز Symbols، مِنْ صندوقِ مجموعةِ اختيار الطبقة. في هذه الطبقة يتم رسم خَطّ مستطيل.

شكل يوضح معاملات أمر السلكَ

عرّفْ نقطةَ البداية بواسطة نقرة على الزرِّ الأيسر للفأرة . حرّك المؤشّرة بعض الشّيء إلى اليمين واضْغطُ الزرَّ الأيمن للفأرة بِضْع مراتِ. هذه الطريقة يتم بها تغيير نمطِ الانحناء (انحناء السلكِ). بين بعضِ الأنماط القطريّة والمتعامدة سَتَجِدُ البعضَ لرسم أقواس ٩٠° و الأقواس الحرة القابلة للتعريف.

على أية حال، في محرّرِ الدائرة التخطيطية، يُمْكِنُ أَنْ تَختَارَ أنماط القوسَ فقط في شريط معاملات الأوامر، ولَيسَ بالزرِّ الأيمن للفأرة . احتفظ بمفتاح الإزاحة Shift مضغوطاً بينما يَتم النْقرُ على الزرَّ الأيمن للفأرة، فإن هذا سيغير اختيار الطلبَ. بالضْغطُ على مفتاحِ Ctrl بين الانحناءات السلكِية المناظرة.

عندما يتم إظهار التوصيل في صورة زاوية قائمة، قم بالضْغطُ على الزرَّ الأيسر لتثبيت موضعه. حرّكُ المؤشّرةُ الآن إلى نقطةِ البداية وأنقر مرتين لإنزال الخط. الآن يَجِبُ أَنْ تَكُونَ قادر على رُؤية الشكل الخارجي مستطيلاً. و مما تم ملاحظته سابقاً فإن الزاوية بين القِطَاعِات السلكِية يُمْكِنُ أَنْ تنشأ بالنَقْر على الزرّ الأيمن للفأرة. وهذا يعتبر أكثرُ فعّالية مِنْ استعمال الرموز من شريط معاملات الأوامر.

في محرّرِ التخطيطَ: Layout Editor

إذا كانت الخطوطِ (أمر WIRE) مَوْضُوعة على قمةِ طبقاتِ لوح الدائرة المطبوعة، أو قاعها، أَو المسار الموجه رقم ٢..١٥ فإن البرنامج يُعالجُهم كمساراتَ توصيل كهربية. الأسلاك أيضاً تستَعملُ لإنشاء خطوط اللوحةِ العامّةِ.

١٠-١-٢ تغيير عرض الخَطّ Changing Line Width

طالما أن أمر السلكَ نشيط، يُمْكِنُك اختيار عرضَ الخَطَّ مِنْ صندوق المجموعةَ combo box في شريط معاملات الأوامر أَو كتابة قيمة معيّنة، منفصلة لكُلّ قطاع.

لتَغيير عرضِ خَطَّ لمسار حالي،
· قم بالنقر على أيقونة التغييرِ CHANGE في شريط الأوامر، سَتَفْتحُ القائمة المنسدلة بعدد من الوظائف.
· قم بالنقر على مدخل وظيفة العرضِ WIDTH سَتَظْهرُ قائمة منسدلة أخرى حيث القيمة الحالية محددة و قيم أخرى.

اختر القيمةَ المطلوبةَ بواسطة النقر على الزر الأيسر للفأرة، ثم انقر على الخط المراد تغيير سمكه. لتَغيير عرضِ الخَطَّ إلى قيمة غير منصوص عليها في قائمةِ أمر التغييرِ، يَنْقرُ للدخولَ. . . ويَكتب القيمةَ في نافذة تغيير العرضِ.

الاستخدام البديل هو كتابة القيمة في نافذة كتابة القيمة، على سبيل المثال:

```
CHANGE WIDTH 0.017 ←
```

ثم انقر على قطاع السلكِ المراد تغيير عرضه أو أبدء بالرسم من جديد .

لتَغيير أسلوبِ أو شكل السلكَ قم بالنقر على الأمر CHANGE تغيير والنقر على الأمر Style. بعد اختيار الأسلوبَ ،أنقر السلك المراد تغييره

١٠-١-٣ لتغييرُ كائن رسومي إلى طبقةِ أخرى Change Object to another Layer

لتَحريك كائن رسومي، على سبيل المثال قطاع سلكِ، إلى الطبقةِ الأخرى قم بالنقر على الأمر CHANGE ، قم بالنقر على الأمر LAYER اختر الطبقةَ المطلوبة أو الهدف، على سبيل المثال الطبقة رقم ٩٤ Symbols ، بواسطة النقر المزدوج ثم

النقر على OK ، وبعد ذلك النقر على الكائن الرسومي أو الرسومات المختارة. لاحظ أن بَعْض الرسومات، مثل المسار العمومي bus أو خطوطِ الشبكة net ، لا يُمْكن أنْ يُنتَقلاَ إلى الطبقةِ الأخرى حيث أن لها معان خاصة.

١٠-١-٤ الأمر CIRCLE الدائرة :

لتَنْشيط الأمر CIRCLE، المستخدم لرَسْم دائرة هندسية، قم بالنقر على الأمر CIRCLE. يَتطلّبُ هذا البرنامج نقرتين على الفأرة لتَعريف الدائرة. النقرةُ الأولى لتحديد مركز الدائرة والنقرةِ الثانيةِ لتحديد نصفِ القَطر.

ضِعْ المؤشّرةَ عند أي نقطة على الشبكةِ البيانية لمساحة الرسم و قم بالنقر مرة واحدة. أسحب المؤشّر عِدّة نقاط على الشبكةِ إلى اليمين. عندما تحدد قطر الدائرة المرغوب رسمها قم بإحداث نقرة أخرى لتَثبيت ذلك و لإنهاء الأمر. يمكن تغيير عرض خَطّ الدائرةِ بالطريقة التي تم وُصِفَها قبل ذلك للأسلاكِ. أي دائرة بعرضِ خَطٍّ صفر سيتم ملئها بالظلُ.

مثال لرَسْم دائرة باستعمال القِيَمِ الإحداثية:

سنقوم الآن برسم دائرة بنقطة أَصلِ (مركز) عند الموقعِ ذو الإحداثيات x = 10 و y = 25 حيث نصف قطر الدائرة يساوي ١٥ مليمترِ

أولاً تجهز شبكة مساحة الرسم بوحدة المليمتر :

```
GRID MM ←
```

و الآن قم برسم الدائرة كما يلي:

```
CIRCLE (10 25) (10 40) ←
```

أو

```
CIRCLE (10 25) (10 10) ←
```

يَصِفُ الزوجُ الثانيُ للإحداثيات أيّ موقع على المحيط. لذا فإن هناك قِيَم مُخْتَلِفة محتملة لوَصْف دائرةِ واحدة معينة. لاكتشاف المزيد عن الأمر CIRCLE اضغط على المفتاح F1 طالما الأمر نشط أو تمت كتابته.

```
HELP CIRCLE ←
```

لإلْغاء الأمر، انْقرُ أيقونةَ إشارةِ التوقّفَ أو قم بتنشّيطُ أمر آخر. أو اضْغطُ مفتاحُ الخروجَ Esc يلغي الرسم عموماً مِنْ المؤشّرةِ.

١٠-١-٥ الأمر ARC قوسَ :

لتَنْشيط الأمر ARC قوسَ، الذي يستخدم لرسم الأقواسِ، قم بالنقر على الأمر ARC. يعرف القوس بثلاث نقراتِ على الفأرة: النقرةُ الأولى تعرف نقطة البدايةُ، النقرة الثانية تعرف القطر والنقرة الثالثة تعرف النقطة الأخيرة.

ضِعْ المؤشّر في نقطةِ البداية المطلوبةِ وانقر نقرتين. الآن حرّكُ المؤشّر مسافة عدد من وحدات الشبكة البيانية في اتجاه اليمين بشرط أن تَبْقى على نفس الاحداثي الصادي. تظهر دائرة حيث يتضح قطر القوس . انقر تصبح الدائرة قوساً. الآن يُمْكِنُك أَنْ تُغيّرَ اتجاه القوسِ بالزر الأيمن للفأرة. قم بالنقر عدّة مرات بالزرِّ الأيمن وأنت سَتَرى ماذا يحدث. يُمْكِنُك أيضاً تُكبّيرَ أَو تُصغير القوسَ بواسطة تحريك الفأرةِ. بعد الوُصُول إلى الشكلِ المطلوبِ ، قم بإحداث نقرة لتَثبيت القوسِ.

المعاملات المستوية والمستديرة تحدد شكلَ نهاياتِ القوسَ .قم بممارسة رسم بَعْض الأقواسِ. أستعمل وظيفة طلب المساعدة لاكتشاف أكثرِ حول أمر القوسَ. كُلّ هذا يُمْكِنُ أيضاً فعله بواسطة أمر WIRE السلكَ !

١٠-١-٦ الأمر RECT:

لتَنْشيط الأمر RECT، المستخدم لرسم مستطيلات ممتلئة، انقر الأمر RECT. لتَعريف المستطيل يتم تنفيذ نقرتين علي الفأرة: النقرة الأولي سوف تحدد أحد الأركان و النقرة الثانية تحدد موضع الركن المقابلَ.

حرّكْ المؤشّرةَ بدقّة حيث يَجِبُ أَنْ تَكُونَ زاوية المستطيلِ و انقر. حرّكْ المؤشّرةَ بعض الشّيء إلى اليمين وفوق. وعندما يصل المستطيل للمقاس المطلوبُ ، قم بالنقر لتَثبيته. يتم ملىء المستطيلَ بلونِ الطبقة قيد الاستعمال. أستعمل وظيفة طلب المساعدة لاكتشاف أكثرِ حول الأمر RECT .

١٠-١-٧ الأمر TEXT النَصَّ :

لتَنْشيط الأمر TEXT النَصَّ، المستعمل لوَضْع النَصِّ،قم بالنقر على الأمر TEXT نَصّ .قم بطباعة النَصُّ المطلوبُ الآن و انقر OK. ثمّ ضِعُ النَصَّ مَع النقر. و تظل نسخة من نفس النَصِّ مرْتبَطُة بالمؤشّر. للتَوَقُّف عن وَضْع النَصِّ ببساطة انقر أيقونةَ الأمر التالي. لوَضْع نَصّ مختلف، قم بكتابة النَصَّ و اضغط علي مفتاح Enter. سيظهر النَصّ في نافذة الكتابة. النصوص التي تَحتوي علي الفراغاتَ أَو الفواصل و النقط كما يلي :

```
'This is a text'
```

لتَغيير خطِّ النَصَّ قم بالنقر على الأوامر التالية:
- تغيير CHANGE
- خطّ FONT

يقوم برنامج EAGLE بدْعمُ الخط الثابت و المنسوب.

لتَغيير مقاس النَصّ انقر الأوامر التالية :
- تغيير CHANGE
- حجم SIZE
- تحديد المقاس في القائمةِ

أَو تكتب أيّ قيمة مطلوبة في نافذة كتابة الأوامر (تُأكّدُ مَع مفتاح Enter) وقم بالنقر عند الركن الأيسر السفلى مِنْ النَصِّ. عند النَصّ المُدار نجد أن نقطة الأصلِ يُمْكِنُ أَنْ تنتقلَ إلى الركن الأيمن العلوي. دائما يظهر النص في الدائرة التخطيطية بطريقة إمكان قرأته من الأمام أو من اليمين.

يَسْمحُ محرّرُ التخطيطَ Layout Editor لبيان النصوصِ في أيّ اتجاه. أستعمل flag Spin الواقع في شريط معاملات الأوامر بينما أمر النَصّ TEXT ، أو أمر التحرّك MOVE ، أو أمر الدوران ROTATE يكون نشيط للحُصُول على نصوصِ يمكن قراءتها مِنْ كُلّ الاتجاهات.

لتَغْيير نَصّ استخدم الأوامر :
- تغيير CHANGE
- نَصّ TEXT

وقم بالنقر عند نقطة الأصل للنص، ثمّ حرّرُ النَصَّ وانقر على OK .

استعمال الأوامر :
- تغيير CHANGE
- نسبة RATIO

يُمْكِنُك أَنْ تُغيّرَ عرضَ الخَطَّ في النَصّ منسوباً إلى ارتفاع الحرف ألاتجاهي.
راجع صفحةَ طلب المساعدةِ للمزيد من المعلومات حول أمر TEXT النَصِّ والتغييرِ CHANGE.

متغيّرات النَصِّ الخاصّةِ

إذا قمت بوضِعُ النَصَّ

>SHEET

هذا الرمز > سَيَستبدلُ برقم الصفحةِ الحاليةِ، ومثال على ذلك: - ١/١ (صفحة رقم ١ من مجموع الصفحات ١). يقدم هذا البرنامج عدد مِنْ متغيّراتِ النَصِّ المتماثلةِ، ومثال على ذلك: -التاريخ / الوقت time/date الذي يعكسْ آخر تغييرِ في الملفِ (>LAST_DATE_TIME) أو الرسم الخارج (>PLOT_DATE_TIME). أجزاء المكتبةِ مُعَرَّفة بمتغيّراتِ النَصِّ للاسمِ NAME > و القيمة VALUE > للعنصر. علاوة على ذلك فإن شخصاً يُمْكِنُ أَنْ يَستَعملَ >PART و GATE > للرموزِ.

١٠-٢ كيفية رسم نبيطة ذات رمز واحد (المقاومة) :

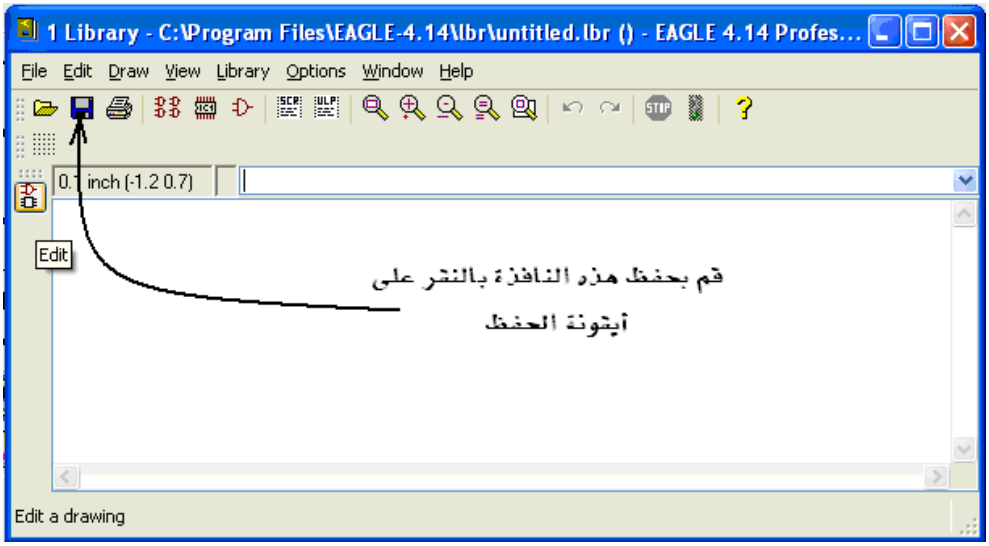
لرسم عنصر معين لابد من المرور بخمسة مراحل وهى :

- فتح محرر مكتبة جديد لتحرير العنصر الجديد
- رسم شكل تغليف العنصر
- رسم شكل رمز العنصر
- تعريف نبيطة العنصر
- الربط والإسناد بين التغليف والرمز والنبيطة

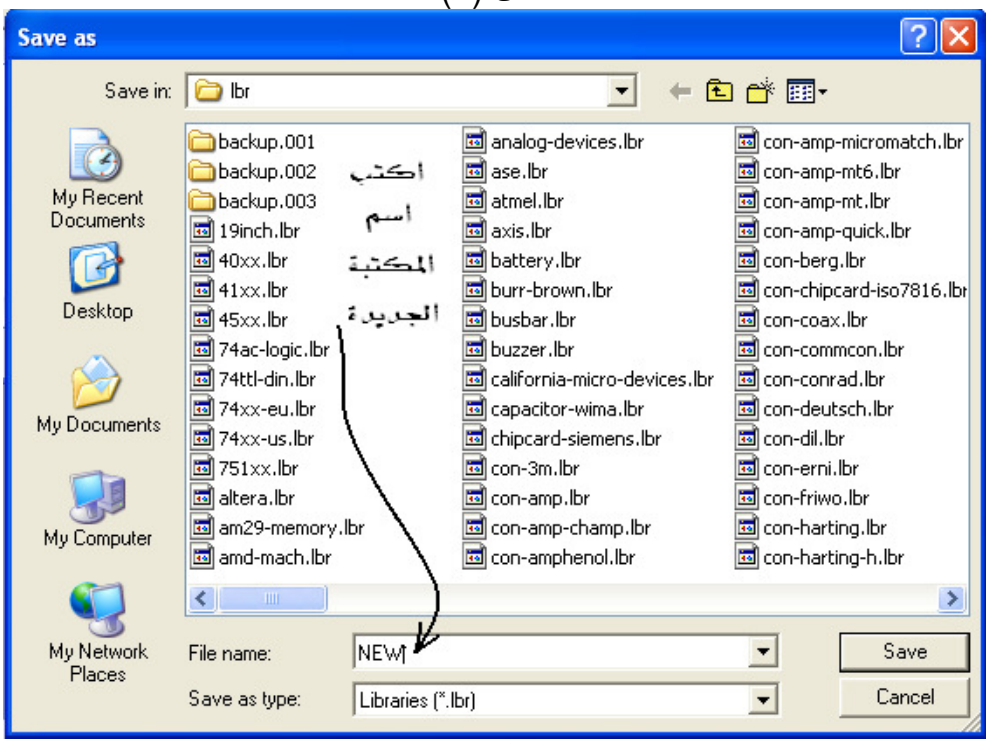
و سوف نشرح فيما يلي هذه الخطوات.

١٠-٢-١ إنشاء مكتبة جديدة :

- أولاً قم بفتح مكتبة جديدة من خلال واجهة التحكم لبرنامج EAGLE باستخدام القائمة File/New/Library. فيظهر أمامك نافذة تحرير المكتبة، كما بالشكل (١) . قم بحفظ هذه المكتبة باسم NEW كما بالشكل (٢). ستلاحظ ظهور أيقونتها في واجهة التحكم .


1 Library - C:\Program Files\EAGLE-4.14\lbr\untitled.lbr () - EAGLE 4.14 Profes...
File Edit Draw View Library Options Window Help
Edit
قم بحفظ هذه النافذة بالنقر على
أيقونة الحفظ
Edit a drawing

شكل (١)

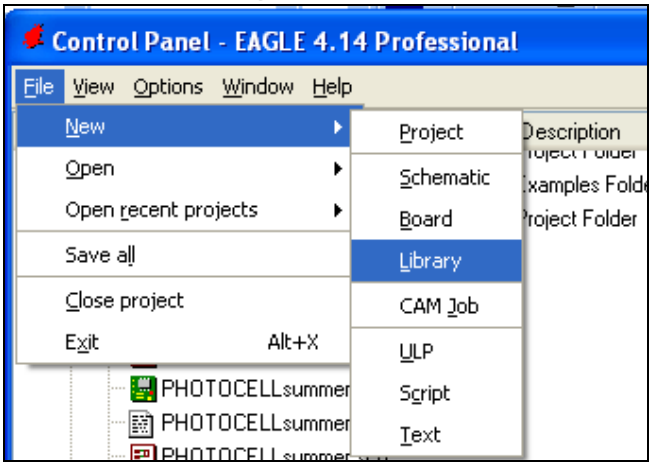

Save as
Save in: lbr
My Recent Documents
Desktop
My Documents
My Computer
My Network Places
backup.001
backup.002
backup.003
19inch.lbr
40xx.lbr
41xx.lbr
45xx.lbr
74ac-logic.lbr
74ttl-din.lbr
74xx-eu.lbr
74xx-us.lbr
751xx.lbr
altera.lbr
am29-memory.lbr
amd-mach.lbr
analog-devices.lbr
ase.lbr
atmel.lbr
axis.lbr
battery.lbr
burr-brown.lbr
busbar.lbr
buzzer.lbr
california-micro-devices.lbr
capacitor-wima.lbr
chipcard-siemens.lbr
con-3m.lbr
con-amp.lbr
con-amp-champ.lbr
con-amphenol.lbr
con-amp-micromatch.lbr
con-amp-mt6.lbr
con-amp-mt.lbr
con-amp-quick.lbr
con-berg.lbr
con-chipcard-iso7816.lbr
con-coax.lbr
con-commcon.lbr
con-conrad.lbr
con-deutsch.lbr
con-dil.lbr
con-erni.lbr
con-friwo.lbr
con-harting.lbr
con-harting-h.lbr
اكتب
اسم
المكتبة
الجديدة
File name: NEW
Save as type: Libraries (*.lbr)
Save
Cancel

شكل (٢)

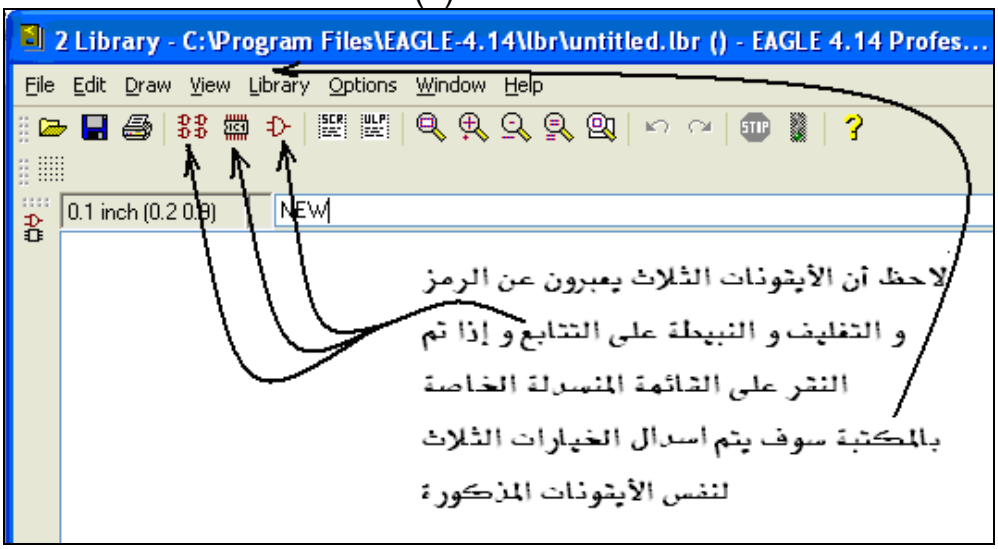
١٠-٣ رسم رمز المقاومة : Resistor Symbol :

تعريف رمز جديد New Symbol

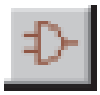
- قم بفتح مكتبة جديدة من واجهة التحكم من خلال القائمة المنسدلة File/New/Library كما بالشكل (٩)، و لا ضرر من تسميتها بنفس الاسم السابق، حيث ستلاحظ ظهور اسمها أعلى النافذة الرئيسية.

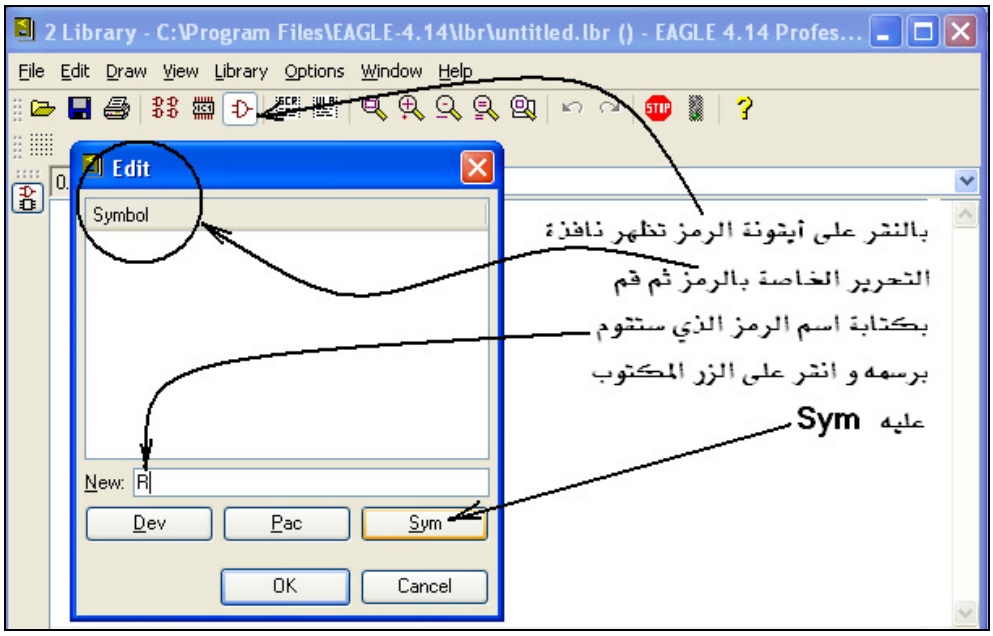


شكل (٩)


2 Library - C:\Program Files\EAGLE-4.14\lbr\untitled.lbr () - EAGLE 4.14 Profes...
File Edit Draw View Library Options Window Help
0.1 inch (0.2 0.8)
NEW
لاحظ أن الأيقونات الثلاث يعبرون عن الرمز
و التغليف و النبيطة على التتابع و إذا تم
النقر على القائمة المنسدلة الخاصة
بالمكتبة سوف يتم إسدال الخيارات الثلاث
لنفس الأيقونات المذكورة

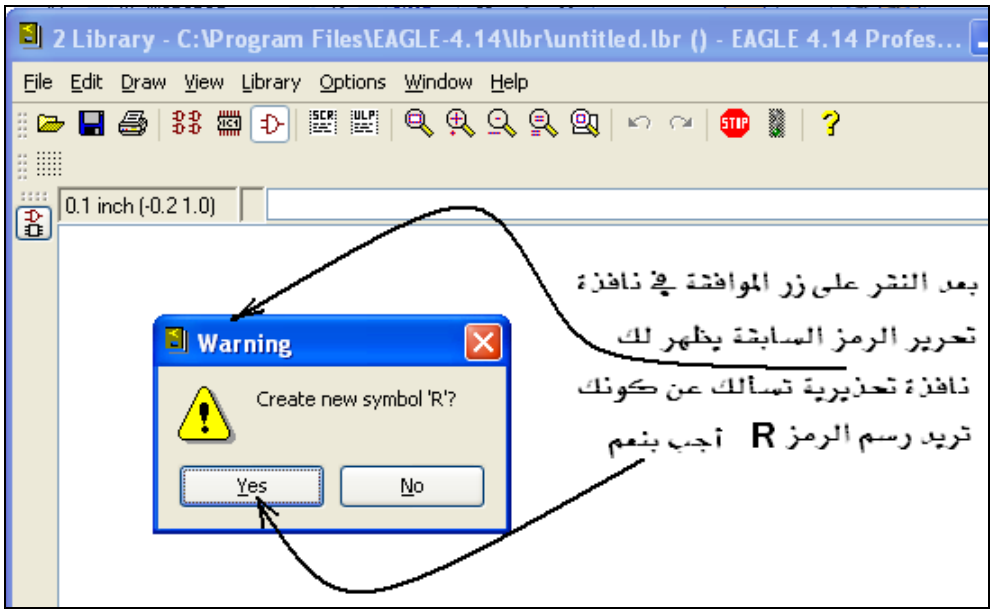
شكل (١٠)

- من خلال نافذة تحرير الرمز الجديد قم بالنقر على الأيقونة  Edit a symbol فتظهر النافذة –بالشكل (١١) –انقر من خلالها الزر المكتوب عليه Sym ، وأدخل الاسم الرمزي R في حقل New. هذا الاسمِ لَـهُ معْنـي داخلـي في البرنـامجِ فقط ، و لا يَظْهرُ في الشكل التخطيطي.



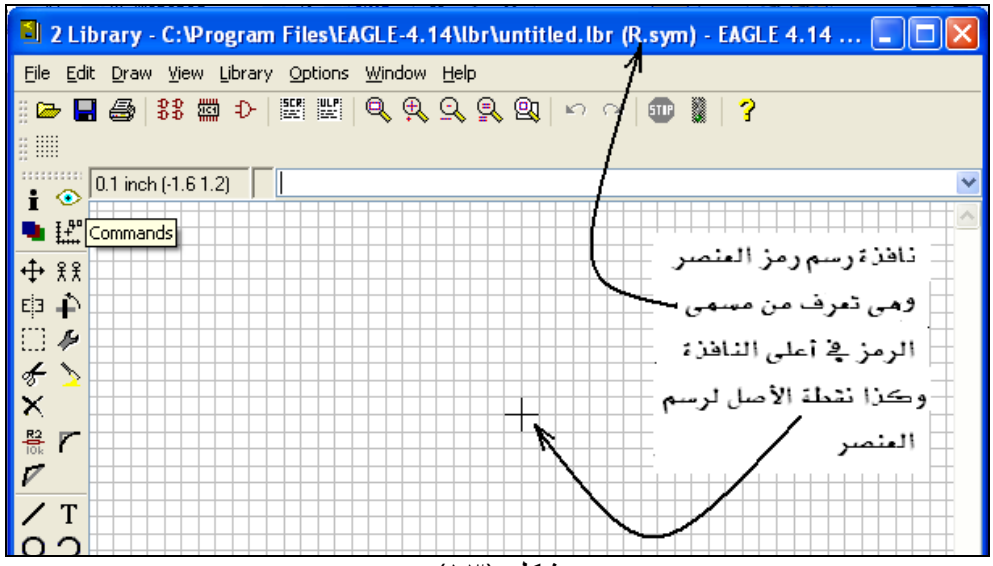
شكل (١١)

- بعد النقر على الزر Ok تظهر نافذة تسأل عن كونك متأكداً من اسم الكائن الرسومي و نوعه، أجب عليها بالموافقة كما بالشكل (١٢).



شكل (١٢)

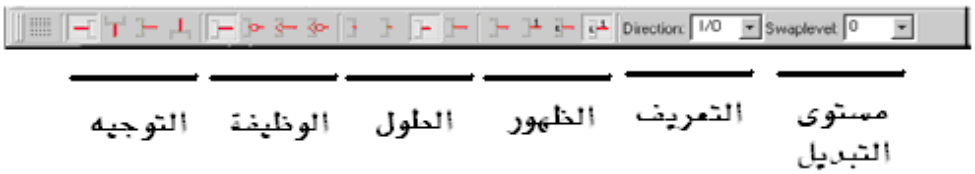
- تظهر بعد ذلك النافذة الرئيسية للتحرير- الشكل (١٣) – لاحظ أنه تم تسجيل اسم الرمز قيد التصميم في شريط العنوان (R.sym). و بإمكانك الآن البدء بالعمل.



شكل (١٣)

إعداد الشبكة البيانية و وضع الأ ظراف الدبوسية :

- الآن قم بالتدقيق في مقاس شبكة الرسم على أن تكون ٠.١ بوصةَ. حيث يجب أن توضع أطراف الرمز الدبوسية على هذه الشبكةِ، و هذا ما يتوقعه برنامج EAGLE .
- اعتبر نقطة الأصل أو المنشأ للوحة الرسم هى النقطة المركزية للكائن الرسومي.
- قم باختيار الأمر PIN أو النقر على الأيقونة . و أنقر لتثبيت طرف دبوسي على بعد ست نقاط إلى اليسار من نقطة المنشأ. و سيظهر النص المرتبط بالطرف الدبوسي تلقائياً.
- يُمْكِنُك ألان وضعَ خواص هذه الأطراف الدبوسية في شريط المعاملات بالشكل (١٤)، قبل وَضْعها على الرسم و ذلك بواسطة الزرِّ اليسار للفأرِة. كُلّ هذه الخواص يُمْكِنُ أَنْ تتُغيّرَ في مرحلة متأخرة بالأمر CHANGE . يمكنك تعريف المجموعات مرة ثانيةً (GROUP) التي أمكن تغيير خواصها بالأمر CHANGE و الزر الأيمن للفأرة. شاهدْ وظيفة طلب المساعدة للمزيد من التفاصيل.

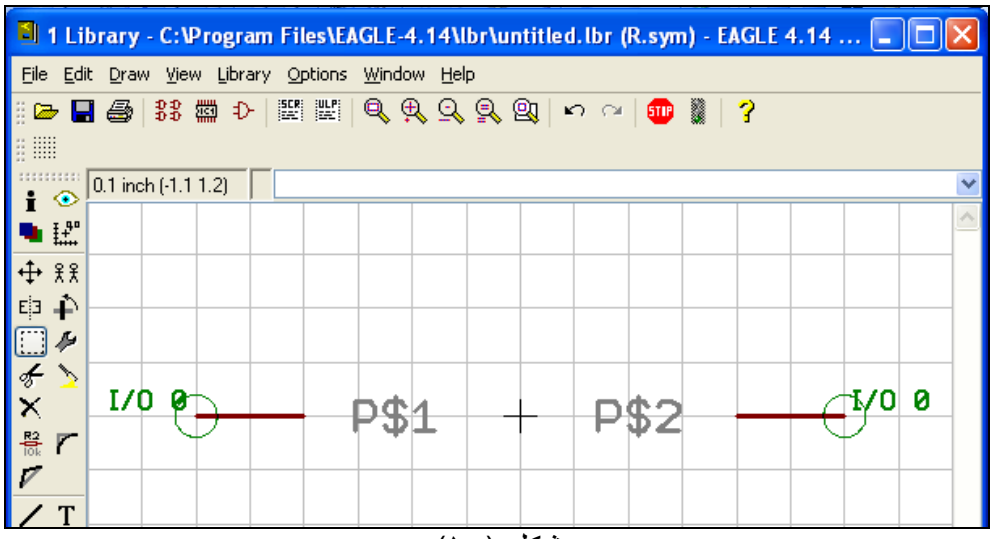


شكل (١٤) يوضح أمر الأطراف الدبوسية : شريط المعاملات

ملحوظة :

من المفضل دوماً تحديد أبعاد العناصر اعتماداً على العناصر المتوفرة في المكتبة.

- قم بإدارة الطرف الدبوسي المرتبط بالمؤشر ثم أدرجها إلى اليمين و على نفس البعد من نقطة المنشأ كما بالشكل (١٥).



شكل (١٥)

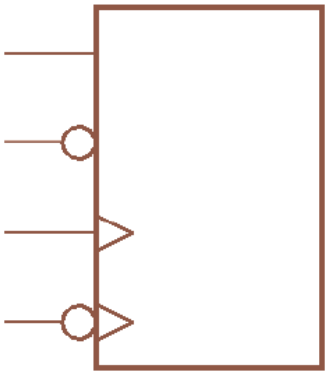
ملحوظة :

قد لا تظهر النصوص المرافقة لنقطة الوصل . و عندها قم بتفعيل الطبقة Pins باستخدام الأمر Display/hide Layers .

- في الشكل (١٥) السابق ، تدل الدوائر الهندسية الصغيرة و التي تظهر في طرف كل طرف دبوسي (باللون الأخضر) على النقطة التي تُرسم في طبقة الأطراف الدبوسية Pinslayer ، و هي التي يتم وصلها إلى الأسلاك في الدائرة الإلكترونية. و تحتوي هذه الطبقة أيضاً على معلومات إضافية حول الطرف الدبوسي، كمعاملى الإتجاه Direction و مستوى التبادل Swaplevel .

- التوجيه Orientation : ضِعْ اتجاه الأطراف الدبوسِية (معامل التوجيهِ) باستعمالُ الأربعة أيقونات اليسرى في شريط معاملات أو بشكل ملائم أكثر، بواسطة الدوران بزرِّ الفأرِة اليمين.

- الوظيفة Function :يتم وضع معامل الوظيفةَ كما بالشكل (١٦) بالأيقوناتِ الأربعة التالية من اليسار على شريط المعاملات . وهذا يُحدّدُ سواء ظهور الرمزَ بدائرة العكس (Dot)،أو برمز ساعةٍ (Clk)، أو بكلاهما (DotClk) أو ببساطة بجرة قلم (None). يُصوّرُ التخطيطُ التالي التمثيلات الأربعة على تغليف واحد.

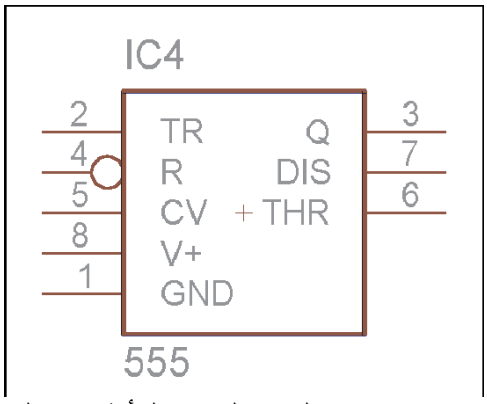


شكل (١٦) يوضح وظائف الأطراف الدبوسية

- الطول Length: الأيقونات الأربع التالية على شريط المعاملات تَسْمحُ بإعداد طول الطرف الدبوسي (٠، ٠.١ بوصة، ٠.٢ بوصة، ٠.٣ بوصة).فمثلاً بالإعداد (صفر) يستخدم إذا لم يكن هناك خَطٌّ معبر عن طرف دبوسي مرئي، أَو إذا، كما في حالة رمز المقاومَة ، كان الطرف الدبوسي أقصرَ مِنْ ٠.١ بوصةِ مطلوباً. في هذه الحالة يمكن رسم الطرف الدبوسي بالأمر WIRE كخَطّ في الطبقةِ ٩٤، رموز Symbols.

الأمر SHOW يمكن أن يستَعملَ للتَدقيق سواء الوصلات الشبكية الموصولة إلى طرف دبوسي في الشكل التخطيطي. إنّ خَطّ الطرف الدبوسي والوصلات الشبكيةَ تكون مَعْرُوضة بشكل لامع أكثر إذا كانا متصلين. إذا تم استخدام الطرف الدبوسي بالطولِ صفر، أَو إذا تم رسمه كخَطّ بالأمر سلكَ WIRE ، فإنه لا يُمْكن أنْ يُظهر بشكل لامع.

- الظهور Visible : الأيقونات الأربع التالية في شريط المعاملات تُحدّدُ سواء الأطراف الدبوسية التي سَتعرف بأسماءِ الطرف الدبوسي،أو بمسميات الوسادة، أو بكلاهما أَو بدونهما. الشكل (١٧) يوضح مثالاً يظهر فيه أسماءُ الطرف الدبوسي في الداخل و أسماء الوسادةِ في الخارج. إنّ موقعَ العلامةِ ينسب إلى الطرف الدبوسي الثابتُ. إنّ ارتفاع النَصّ يُثَبّتُ أيضاً (عند ٦٠ mil).



شكل (١٧) يوضح البيان النصي للأطراف الدبوسية

- وضع التعريفات على الرسم Direction : يُحدّدُ معامل التعريف المنطقيَّ لتدفق الإشارةِ كما يلي:

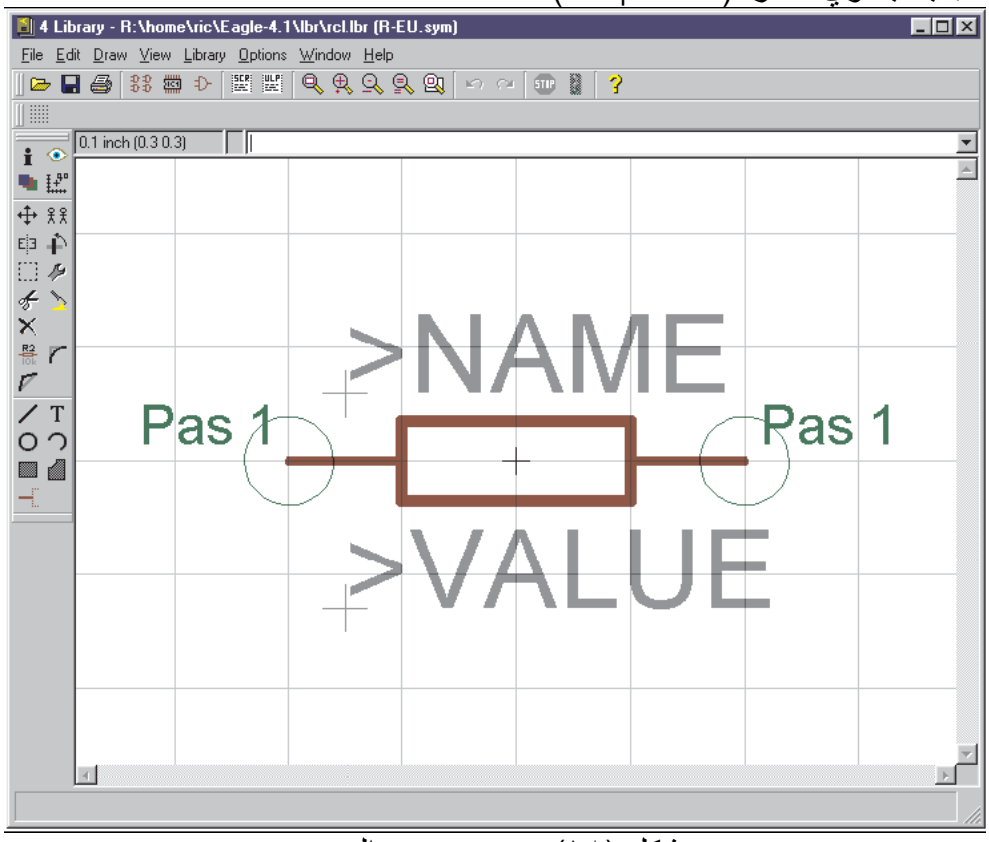
```
NC          Not connected
In          Input
Out         Output
I/O         Input/output
OC          Open Collector or Open Drain
Hiz         High impedance output
Pas         Passive (resistors, etc.)
Pwr         Power pin (power supply input)
Sup         Power supply output for ground and
            power supply symbols
```

يجدر بالذكر أن فحص قواعد الكهرباء electrical rule check مستندة على هذه المعاملات. فإنها سَتُعلّمُ، على سبيل المثال، إذا كان الطرفين الدبّوسين ذوات التعريف الخارج مُتصلا. رجاءً لاحظْ أن ERC يُمْكِنُ فقط أَنْ يَعْرضُ التحذيراتَ warnings. يَجِبُ أَنْ تُترجمَ الرسائلَ بنفسك. تعريفات القدرة Pwr والتغذية مستعملة للتوصيل الآليِ لفولطيات التغذية.

- مستوى التبديل Swaplevel : مستوى التبديل swaplevel هو العدد بين الصفر و ٢٥٥. العدد صفر يعني أن الطرف الدبوسي لا يمكن استبداله بطرف دبوسي آخر في نفس البوابة المنطقية. أيّ عدد أكبرَ مِنْ الصفر يعني أنه يمكن استبدال الأطراف الدبوسية مع أطراف دبوسية أخرى و التي لها نفس

مستوى التبديل و تم تعريفها خلال نفس الرمز . الأطراف الدبوسية يُمْكِنُ أَنْ تُبدّلَ في الشكل التخطيطي أو في اللوح بالأمر Pinswap.

طرفان دبوسيان اثنان مِنْ المقاومة يُمكنُ أَنْ يَأخُذَا نفس مستوى التبديل swaplevel (ومثال على ذلك: - ١)، حيث يكونا قابلين للتبادل. إذا كانت الطبقةِ ٩٣، أطراف دبوسية Pins ، قد تم عرضها، فإن نقاط التوصيل على الوصلات الشبكية يتم توضيحها بالدوائر الخضراء . معاملات التعريف Direction و مستوى التبديل Swaplevel علاوة على ذلك (هنا Pas و 1) تم عرضها في هذه الطبقةِ.
على سبيل المثال،توصيلات الثنائي diode، لا يُمْكن أنْ تتبادلَ، و لذلك أعطىَ مستوى التبديل يساوي صفراً (swaplevel 0).



شكل (١٨) يوضح محرر الرمز

- تسمية الطرف الدبّوسِي Pin Names : يسْمحُ أمر الاسمَ NAME لك بتَسْمِية الأطراف الدبوسِية بعد أن يتم وضعها . كما يمكن تخصيص الاسمِ آلياً، كما تم وُصِفه سابقاً .

رسم الرمز التخطيطي Schematic Symbol :

ستقوم الآن برسم الحدود الخارجية للمقاومة بحيث تحصل على الشكل المستخدم في الرسم التخطيطي للدائرة الإلكترونية. لاحظ أن الخطوط الحمراء (و هى القطعة المستقيمة المرتبطة بالطرف السلكي) للطرف السلكي تعتبر جزءاً من الرمز. الشكل (١٨).

و من المعروف أن الرمزَ التخطيطيَ يتم رسمه في طبقةِ الرموزَ باستخدام الأمر WIRE وأوامر الرسم الأخرى

ينصح دائماً بالتأكد من اختيار أبعاد الرسم بحيث تتوافق مع العناصر الأخرى في المكتبة.

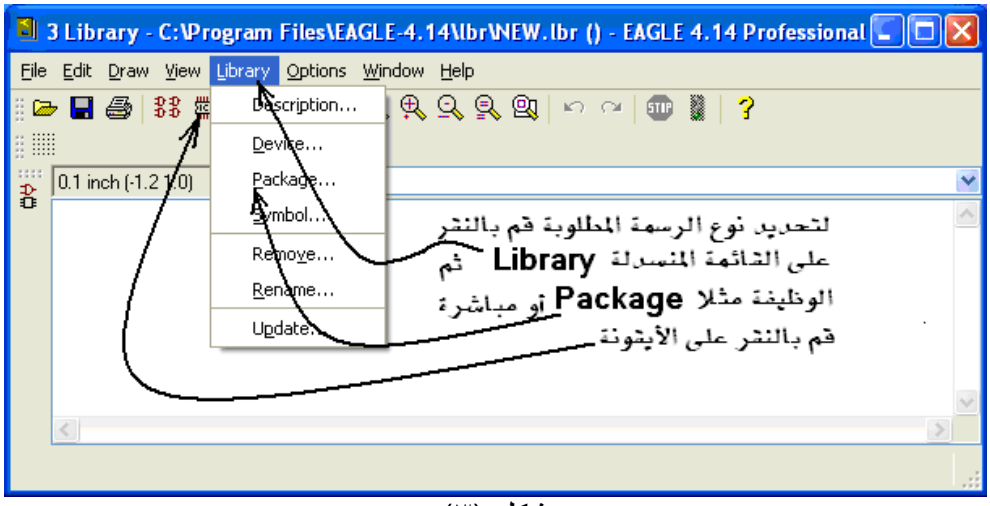
ضِعْ النصوصَNAME< وVALUE< في الطبقات ٩٥، أسماء Names، و٩٦، قِيَم Values (الأمر TEXT). ضِعْهم حيثما يستحب ظهور الاسمَ والقيمةَ للعنصر في الشكل التخطيطي schematic.

التنسيب الدقيق للنَصِّ يُمْكِنُ أَنْ يُنجَزَ بالإعداد الأدق للشبكةِ البيانية،و قد تلاحظ في بعض الأحيان بأن وضعك للنص مرفوض من قبل البرنامج في مكان محدد أنت تبتغيه . و هذه الحالة يمكنك التغلب عليها و الحصول على دقة أكبر في وضع النص. قم بالنقر على أيقونة الشبكة البيانية ، ثم انقر الزر Finest ضمن صندوق الحوار، ثم انقر Ok . ستلاحظ عندها إمكانية وضع النص بدقة متناهية (استفد من الأمر MOVE لتعديل أماكن النصوص السابقة) . بعد الانتهاء من ذلك عد إلى صندوق حوار الشبكة ثم انقر Last ستعود الشبكة إلى وضعها السابق.

١٠-٤ رسم تغليف المقاومِة: Resistor Package

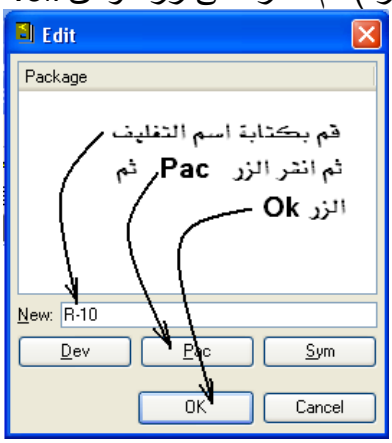
١٠-٤-ارسم تغليف جديد:

- انقر على القائمة المنسدلة Library في نافذة محرر المكتبة الجديدة ثم اختر نمط تحرير تغليف Package كما بالشكل (٣) أو النقر مباشرة على الأيقونة بشريط الأفعال .



شكل (٣)

- يظهر لك نافذة التحرير التالية – شكل (٤) حيث تقوم بإدخال اسمَ التغليف R-10 في حقلِ New و تقوم بالنقر على زر نمط تحرير الغلاف Pac (البرنامج لا يعطيك أى إشارة) ثم النقر على زر موافق Ok.

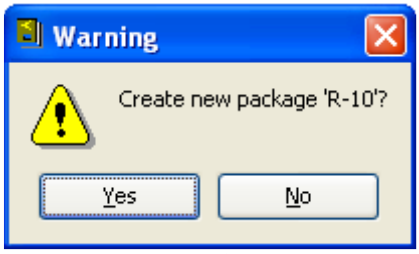


شكل (٤)

- سيعطيك البرنامج رسالة –كما بالشكل (٥) حول رغبتك في إنشاء غلاف جديد -أجبْ على السؤالِ:

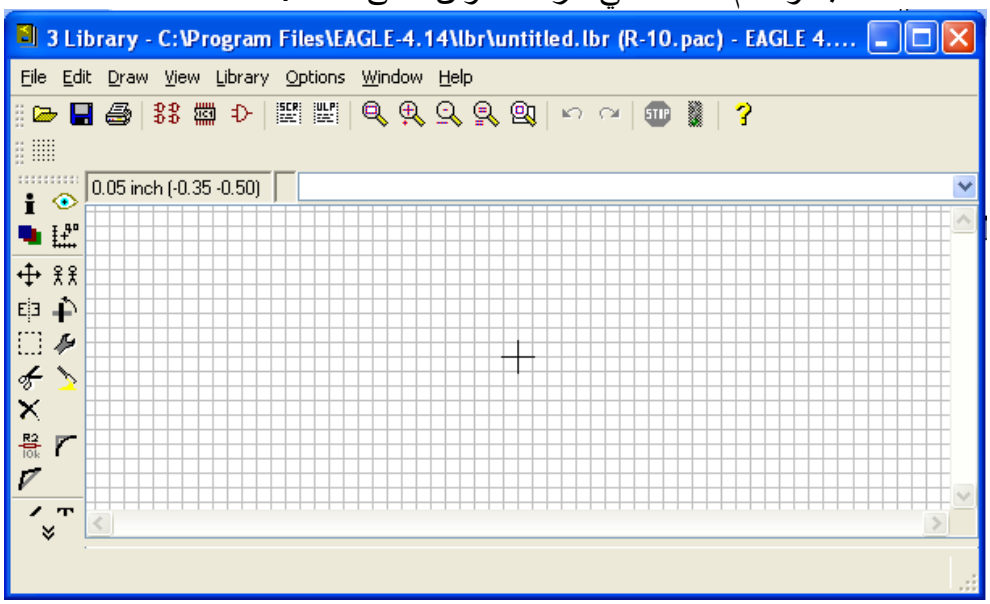
Create new package 'R-10'?

بالنقر على كلمة نعم Yes . إن كنت راغباً في الاستمرار. لاحقاً عند إنشاء رمز جديد و إنشاء نبيطة (device) جديدة فإنك سوف تُجيبُ ثانيةً على الأسئلةَ المناظرة بكلمة نعم Yes .



شكل (٥)

- تظهر على الشاشة النافذة الخاصة بتحرير العنصر في المكتبات كما بالشكل (٦) ، و عليها الشبكة البيانية ذات البعد 0.05 بوصة.لاحظ ظهور اسم المكتبة و اسم الغلاف في شرط العنوان أعلى النافذة.



شكل (٦)

ملحوظة :

يمكنك التأكد من معاملات الشبكة بالنقر على الأيقونة الخاصة بها و التي سبق تعريفها.

لاحظ في هذه النافذة وجود إشارة (+) في مركز الصورة و هى تدل على نقطة المنشأ أو نقطة الأصل في الرسم. حيث تعتبر نقطة المنشأ (Origin) نقطة هامة جداً، و هى النقطة التي يتم تحديد الكائنات الرسومية على أساسها بهدف تحريرها، كالتحريك و المسح و إعادة التسمية ...الخ.

إعداد الشبكة البيانية و وضع وسائد اللحام :

- استعمل أمر الشبكةَ GRID لوَضْع مقاس الشبكةِ البيانية الملائمِة لوضع الوسادةِ (نقطة اللحام). ٠.٠٥ بوصة (وبمعنى آخر: . 50 mil) لتكون عادية للعناصر القياسيةِ مَع الأسلاك الطرفية.

- اختر وسادة PAD مناسبة للمقاومة ذات الأطراف السلكية، وحدد شكلها وقطر المثقابِ في شريط المعاملات parameters . القيمة الأصلية (القياسية) لقطرِ الوسادةَ يكون في الوضع auto (respectively 0). هذه القيمةِ يَجِبُ أَنْ تبقى. و يجب أن نعرف أن القطر الفعلي محدّدُ بواسطة قواعد التصميم لصالح تخطيطِ اللوح. ثمّ ضِعُ اثنتان من الوسائد عند المسافةِ المطلوبةِ حول نقطة الأصل للرسم حيث سَتكُونُ لاحقاً نقطة التعريف التي بها يتم اختيار العنصر. لهذا السبب يَجِبُ أَنْ يَكُونَ في مكان ما قُرْب مركزِ العنصر.

يَجِبُ عدم َرسم أيّ كائن رسومي في الطبقةِ ١٧، وسائد Pads، أَو ١٨، Vias! حيث لن يتم انجازه، ولا مِن قِبل DRC، ولا بواسطة المضلّعاتِ المرسومة في تخطيطِ اللوح، ويُمْكِنُ أَنْ يُؤدّي هذا إلى قصر في دائرِة اللوح!

- للمقاومة سطحية التثبيت SMD ، قم باختيار SMD أو الأيقونة ، و ضعَ أبعادَ الوسادةَ في شريط الأفعال كما بالشكل (٧). يُمْكِنُك اختيار إما أحد القِيَمِ المَعْرُوضةِ، أَو مباشرة اكتب الطولَ والعرضَ إلى حقلِ :Smd.

شكل (٧) يوضح أمر وسائد العناصر السطحية : شريط المعاملات

كُلّ الخواص يُمْكِنُ أَنْ تُعدّلَ بَعْدَ أَنْ توضع باستعمال أمر التغييرَ CHANGE أَو بكتابة الأمر مباشرة في نوافذ كتابة الأوامر.

اختر القمة Top كطبقة، حتى إذا كان العنصر سيوضع لاحقاً على الجانب الغير مرغوب مِنْ اللوح. يمكن وضع العناصر سطحية التثبيت على الجانبِ الآخرِ من اللوح باستخدام الأمر مرآةَ MIRROR . وهذا يُحرّكُ العناصرَ من طبقات القمة t..layers إلى طبقات القاع b..layers.

ضِعْ وسادتي التثبيت السطحي عند المسافة المطلوبة. نظراً لدقة الأبعاد في هذه الحالة ربماْ يَكُون من الضروريَ أولاً تعديلَ إعداد الشبكةَ البيانية إلى قيمة مناسبة. يُمْكِنُ إدارة العنصر السطحي بزرِّ الفأرِة اليمين قبل أن يتم وْضُعُه.

المعامل Roundness يُحدّدُ دوران أركان وسائد العناصر السطحية. و يمكن وضعها بالقيمة القياسية عند (٠ %) أى لا يوجد دوران. هذه القيمةِ تكون محفوظة عادة، حيث أن roundness النهائي للعناصر السطحية محدّد في قواعدِ التصميمَ. يمكنك أن تتزود بمعلومات أكثرِ حول هذا المعامل من خلال طلب المساعدة.

الزاويةُ Angle تحدد دورانَ وسادةِ العنصر السطحي. أمر المعلوماتَ INFO يزوّدُك هنا بسرعة بخلاصة الخواص الجارية للعنصر السطحي أو الوسادة.

لاستعمال وسائد التثبيت السطحي المستديرة (BGAs) عرف المربع أولاً ، ثمّ غيّرُ قيمة الاستدارة Roundness = 100%.

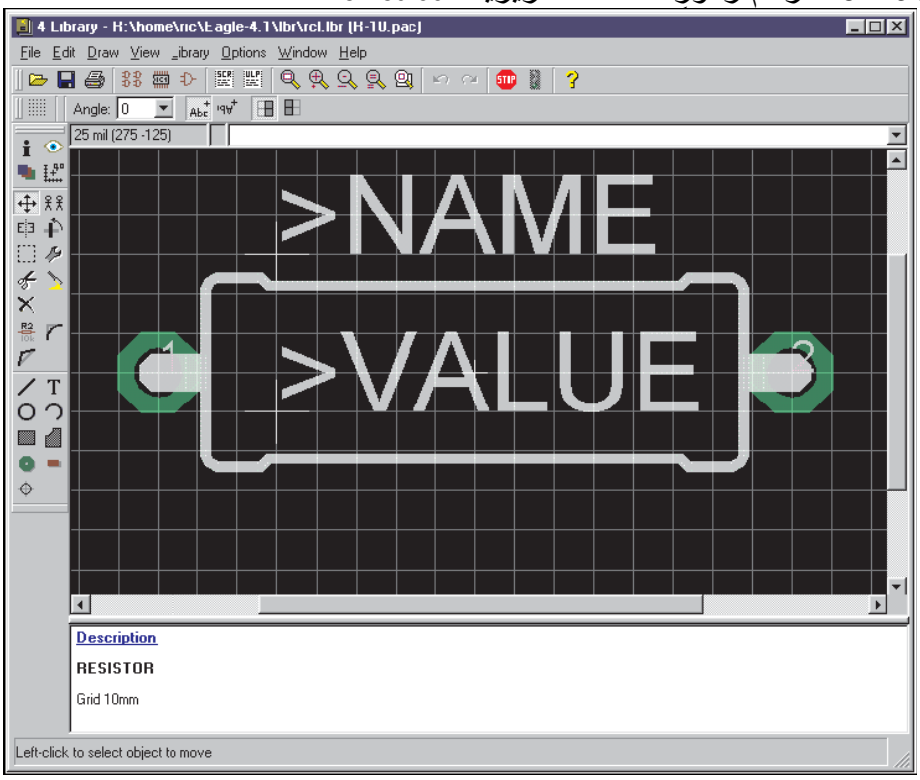
اسم الوسادة :

- يمْكِنُك الآن إدخال الأسماءَ بواسطة استخدام الأيقونة أو الأمر اسمَ NAME للوسائد أَو SMDs ، مثل ١ و٢. أي إجراء مختلف على أية حال تم التوصية به للعناصر مَع عَدَّيد من الوسائد المرقومة المتسلسلة: أختر الأمر وسادةَ PAD، اكتب اسمَ الوسادةِ الأولى، ومثال على ذلك: - '١ (الفواصل المعكوسة يَجِبُ أيضاً أَنْ تَكُونَ مدخِلة)، ثمّ ضِعُ الوسائد في تسلسل.

ذباعة الوثائق و الشاشة الحريرية :

الآن استعمل الأمر سلكَ WIRE أو الأيقونة لرسم رمزِ الشاشة الحريرية silkscreen في الطبقةِ ٢١ tPlace كما بالشكل (٨). حيث تَحتوي هذه الطبقةِ على ما سيتم طباعته على اللوح. و يرجع هذا لك، وما هى كمية التفاصيل التي تَعطي إلى الرمزِ. ضع أدق مقاس لشبكة الرسم grid إذا كان ذلك يُساعدُك.

خُذْ المعلوماتَ المزودة في المكتبةِ library.txt (في eagle/doc) كتوجيه عند تصميم العناصر. إنّ سُمكَ الخَطِّ للشاشةِ الحريريةِ عادة ٠.٠١ بوصة (٠.٢٥٤ مليمتر). و قَدْ تَستعملُ أيضاً أوامر القوسَ ARC، الدائرة CIRCLE، المستطيل RECT و المضلع POLYGON لرسم رموز الشاشة الحريرية silkscreen.



شكل (٨) يوضح محرر التغليف

رجاءً تعامل بعناية في الطبقةِ ٢١ tPlace بشرط أَنْ لا تَغطّي أيّ مناطق سيتم عليها اللحام. في طبقةِ ٥١ tDocu المزيد من الظهور الواقعي يُمْكِنُ أَنْ يُعطي حيث أنه لَيسَ خاضع لهذا التقييدِ. الطبقة ٥١ tDocu لا تستخدم للطباعة على اللوح نفسه، لكنها ملحق للتمثيل البياني الذي قَدْ يَكُونُ مستعملاً للوثيقة المطبوعةِ. في مثالِ المقاومِة،

يمكن رسم الرمز في الطبقةِ ٢١ tPlace، لكن الأسلاكَ wires ، التي تَذْهبُ على الوسائد، يتم رسمها في الطبقةِ ٥١ tDocu.

البطاقة النصية Labeling :

مع الأمر TEXT تَضِعُ النصوصَ >NAME في الطبقةِ ٢٥ tNames و>VALUE في الطبقةِ ٢٧ tValues في تلك الأماكنِ بينما في اللوح يتم ظهور الاسم الفعلي و القيمة الفعلية. ٠.٠٧ بوصة لارتفاع النَصَّ (size) و١٠ % للنسبةِ (العلاقة بين عرض إلى ارتفاع النَصِّ، الذي يُمْكِنُ فقط أَنْ يُوْضَعَ، باستعمال الأمر تغييرِ CHANGE ، للخطوط الموجهة vector fonts الموصّى بها.

الأمران SMASH و MOVE يُمْكِنُ أَنْ يُستَعملاَ لاحقاً لتَغيير موقعِ هذا النَصِّ نسبة إلى رمزِ التغليف على اللوح.

في حالة الدوائر المتكاملة ICs، على سبيل المثال، القيمةَ تناظر ما سوف يكون لاحقاً من اسم النبيطة (ومثال على ذلك: - 74LS00). عند العَمَل فقط مَع محرّرِ تخطيطَ اللوح، القيمة تكون محدّدةُ في اللوح.

المساحة المقصورة على العناصر (تحديد حرم العناصر) :

في الطبقةِ ٣٩، tKeepout، يَجِبُ عليك أَنْ تنشي المنطقة المقصورة على كل العناصر كاملةِ (الأمر RECT). وهذا العمل يَسْمحُ لتَدقيق الفحص DRC سواء كانت العناصر على لوحتِكِ متَدَاخُلة أو قريبة جداً.

الوصف Description :

أخيراً، انْقرُ على صندوقِ الوصفَ Description. من ثمّ يكون النَصّ مدخِلاً في الجزء الأسفل للنافذةِ الذي تم فْتحُه. يُمكنُ أَنْ تَكُونَ صيغة نَصِّ ريتش Rich Text مستعملة. هذا النحو مشابه بعض الشّيء HTML، حيث يَسْمحُ لتَهْيِئة النَصِّ. سَوف تَجِدُ معلوماتَ مُفصّلةَ في نظامِ طلب المساعدةَ تحت عنوان نَصِّ ريتش Rich Text .

المثال:

```
<b>R-10</b>
<p>
Resistor 10 mm grid.
```

هناك كلمات دليليه مِنْ هذا النَصِّ يُمْكِنُ أَنْ يُبْحَثَ عنها مِنْ حوارِ الأمر Add في تخطيط اللوح.

لا تَنْسِ تَسجيل المكتبةِ من وَقتٍ لآخَرَ!

مُلاحظة :

أمر التغيير CHANGE يُمْكِنُ أَنْ يستَعملَ في مرحلة تالية لتَعديل خواص الكائن الرسومي مثل سُمكِ الحروف، أو ارتفاع نَصٍّ، أو شكل الوسادةِ، أو الطبقة التي فيها يقع الكائن الرسومي .

إذا أردت تَغيير خواص عِدّة كائنات رسومية في نفس الوقت (في شوط واحد)، عرّفُ المجموعة بأمر المجموعةَ GROUP، ثم انقر أمر التغييرَ CHANGE، أختر المعامل و القيمةَ، وانقر على مساحة الرسم بالزرّ اليمين للفأرِة .

مثال: استخدم أمر المجموعة GROUP لتَعريف المجموعة التي تَحتوي كلتا الوسادتين، ثمّ اختر أمر التغيير CHANGE و الأمرين SHAPE/SQUARE. انقر على سطحِ الرسم بزرِّ الفأرِة اليمين . تجد أن شكل كل من الوسادتين قد تغير.

١٠-٥ تعريف نبيطة المقاومة Resistor Device :

تعريف نبيطة Device جديدة :

- قبل البدء في استخدام رمز المقاومة السابق التكوين قم بتكوين نبيطة المقاومة الجديدة R بالأيقونة . عندما تَستعملُ لاحقاً الأمر ADD لجَلْب العنصر إلى الشكل التخطيطي، فسَوف تَختارُه باستعمال هذا الاسمِ. وهو يعتبر صدفة فقط في هذه الحالةِ، بأن يكون اسم التغليف package هو نفس اسمَ النبيطة device. و ليس من الضروري أن يكون كل من اسم الرمز و النبيطة متماثلين، و في الوقت نفسه لا مانع من أن يكونا متماثلين كما تلاحظ في الأمثلة المذكورة.
- ثم ادخل الاسمُ R على حقل New. يَتم فْتحُ محرّرُ النبيطة Device Editor بعد التَأكيد على السؤالِ R' Create new device'؟ .
- لتَعريف النبائط devices المتوفرة في عِدّة تكنولوجيات ومتغيرات مختلفة من التغليف يَجِبُ أَنْ تَستعملَ الرموز العامّةَ wild cards في اسمِ النبيطة device لتَحديد موقعِ هذه الأسماءِ.

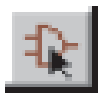
- النجمة (*) تمثّلُ موقعَ اسمِ التكنولوجيا،و علامة الاستفهام (؟) تمثل اسم التغليف. عند تعريف عنصر، على سبيل المثال، مثل 7400 في اسلوبين من أساليب تكنولوجيا التصنيع (L, LS) فإن الاسم الصحيح للعنصر هو 74*00. و يضاف أسماء الأغلفة المختلفة في نهايةِ الاسمِ آلياً. إذا كنت تَتمنّى رُؤية اسم الأغلفة المختلفة ، على سبيل المثال، في بِدايَة اسم العنصر يجب استخدام علامة الاستفهام (؟) مثل ?74*00 .
- انقر زرَّ الأمر New عند المنطقةِ السفلى اليمنى مِنْ نافذةِ محرّرِ العنصر Device Editor لتَخصيص تغليف. لمثالِنا، رجاءً اختر التغليف R-10. ليسمحْ لمغايراتِ التغليف الأخرى قم بالنْقرُ على الأمر New مرة ثانيةً.

يتم استخدام الأمر PREFIX (البادئةَ) لتَحديد بادئة اسم النبيطة . سيوضع هذا الاسم نفسه أولاً و آلياً في الشكل التخطيطي للمقاومة، حيث يتم التمييز بين المقاومات مثلاً كما بالمسميات : R1, R2, R3 etc. الأسماء يُمْكِنُ أَنْ تُعدّلَ في أي وقت بالأمر NAME.

- يُمْكِنُك أَنْ تُحدّدَ بالأمر VALUE قيمةَ العنصر الذي تم تغييره في الشكل التخطيطي أَو في اللوحةِ. القيمة يَجِبُ أَنْ تَكُونَ موجودة للمقاوماتِ. للعناصر الأخرى ربما يكون من الحكمة عدم وضع القيمةِ.

تحديد حالة مستوى الإضافة و تعريف مكونات النبيطةِ:

- يظهر بالقرب من الرمز النص التالي: (Add=Next)، و هو يحدد حالة مستوى الإضافة الافتراضي. و يمكنك تغييره ببساطة باستخدام الأمر CHANGE.

- رمزَ المقاومِة المُعَرَّفِ سابقاً يتم جلبه إلى النبيطة device بالأمر Add أو الأيقونة  . إذا كانت النبيطة device تتكون من عِدّة رموز تخطيطية (منطقية)-مثل عائلة الدوائر المتكاملة 74000 ، يُمْكِنُ أَنْ تُوْضَعَ كل منها بشكل مستقل أحدهما تلو الآخر في الدائرةِ (في برنامج EAGLE يتم تعريف ذلك بالبوابات gates) ثمّ أن كُلّ بوابة سَتُجْلَبُ بشكل منفرد إلى الشكل التخطيطي بالأمر Add.

ضِعْ مستوى الإضافة addlevel للحالة " التالي Next " ومستوى التبديل swaplevel عند الصفر في شريط المعاملات، و من ثمّ ضع البوابَة قُرْب نقطة الأصلِ. التصرف في

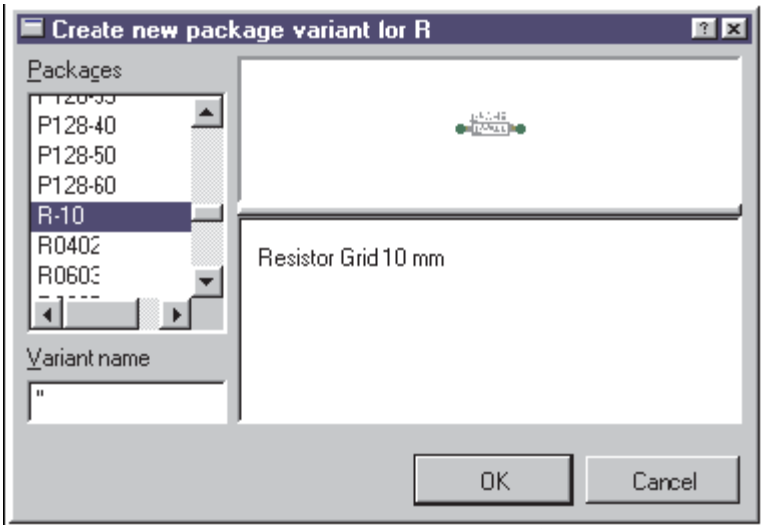
مستوى التبديل swaplevel للبوابة يتم مثل مستوى التبديل swaplevel للطرف الدبّوسي. القيمة صفر تعني أن البوابِة لا يُمْكن أنْ تُتبادلَ مع بوابِة أخرى في العنصر. أي قيمة أكبر مِنْ الصفر تعني أن البوابِة يُمْكِنُها أَنْ تتبدّلَ ضمن الشكل التخطيطي لبوابِة أخرى في نفس العنصر و بشرط أن يكون لها نفس مستوى التبديل swaplevel، ويكون الأمر المطلوب لهذا هو Gateswap.

- يمكنك بالنقر على الايقونة تُغييّرَ اسمَ البوابِة أَو البوابِات بالأمر NAME. الاسمَ غير مهمُ لعنصر يتكون من بوابِة واحدة فقط، حيث أنه لا يَظْهرُ في الشكل التخطيطي. إذا كان العنصر يتكون من عِدّة بوابات فإن اسم العنصرِ في الشكل التخطيطي سَوف يمتد باسمِ البوابات.

مثال:
يطلق على البوابات الحروف الأبجدية A, B, C and D ، واسم العنصر في الشكل التخطيطي هو IC1 ، لذا فإن الأسماء التي تَظْهرُ هي IC1A, IC1B, IC1C and IC1D.
بالأمر Connect يمكنك تُحدّيدُ أَيّ الأطراف الدبوسَية تَأْخذُ لأَيّ من وسائد التغليف.
أنقر زرَّ Connect الآن.

اختيار التغليف المرتبط بهذه النبيطة :

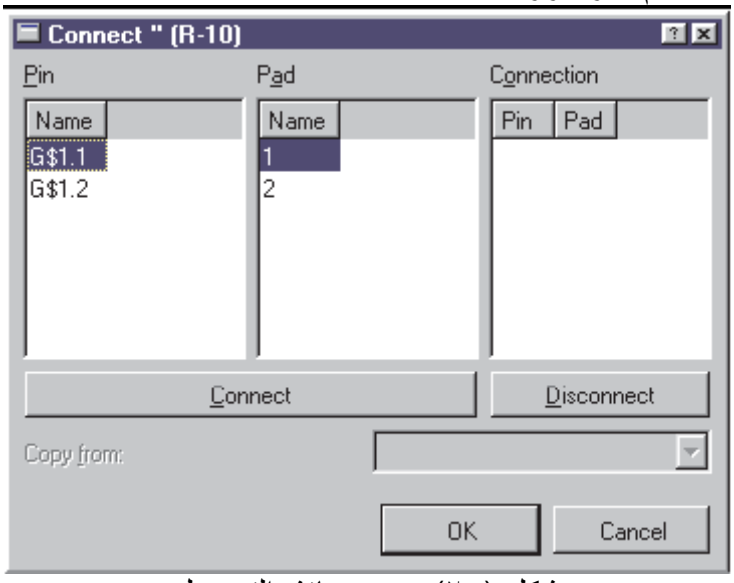
- الآن قم بالنقر على زرِّ New في الركن الأيمن السفلي من نافذة محرر التغليف شكل (١٩). أختر التغليف R-10 مِنْ نافذةِ الاختيار، وادخل الاسم للنسخةِ. لَو أن هناك نسخة تغليف واحدة مستعملةُ، فإنه من العاديُ استعمال علامتي الاقتباس الوحيدتينِ (") لاسمِ نسخةِ التغليف.



شكل (١٩) يوضح اختيار التغليف

الإرتباط بين الأ خراف الدبوسية والوسائد :

- بالنقر على أمر التوصيل CONNECT سيظهر صندوق الحوار المبين في الشكل (٢٠) . حدد أيّ الأطراف الدبوسَية للرمز مَأْخُوذة لأى من وسائد التغليف ثم انقر الزر Connect .



شكل (٢٠) يوضح نافذة التوصيل

في هذا المثالِ، بوابة المقاومَة سُمّيتْ G$1 آلياً. هذا هو السبب في أنك ترى التسمية G$1.1 و G$1.2 في عمود الأطراف الدبوسية Pins . يوضح عمود الوسائد Pad ، الوسائد الموضوعة في التغليف .

- ستنتقل الكيفية التي تم الوصل بها إلى الحقل Connection .
- يمكنك التراجع في حالة الخطأ باستخدام الزر Disconnection .
- إذا كنت قد اسندت لمعامل الظهور أثناء تعريف إحدى القيمتين: Visible on أو Visible off ، فستصبح الآن أسماء الأطراف الدبوسية ظاهرة.
- بالنقر على موافق OK تنهي الأمر Connect وتَغْلقُ النافذةَ.

تعرّيفْ بادئات الاسم Prefix :

- أمر البادئةَ PREFIX يستَعملُ لتَحديد بادئة الاسم أى الاسم الذي يطلق على العنصر تعبيراً عن صفته الوظيفية (الاسم الفئوي للعنصر)، ويمكنك اختياره. هذا الاسم يمكن أن يقوم البرنامج أولاً بتخصّيصُه آلياً في الشكل التخطيطي. بادئة الاسم للمقاومة، هو الحرف R. وبعد ذلك سَتَميّزَ المقاومات كما يلي : R1, R2, R3 etc. الخ. . الأسماء يُمْكِنُ أَنْ تُعدّلَ في أي وقت كان بأمر الاسمَ NAME.
- اختر الامر PREFIX ،
- اكتب ضمن صندوق الحوار الاسم الذي ترغب به (و ليكن R) ، ثم اضغط Ok .
- اضغط المفتاح F2 لكى يظهر الاسم على الشاشة (Prefix=R)،
- سيتم تلقائياً تسمية المقاومات المدرجة في الرسم التخطيطي للدائرة الالكترونية كالتالي: R1,R2,R3,... .

القيمة Value :

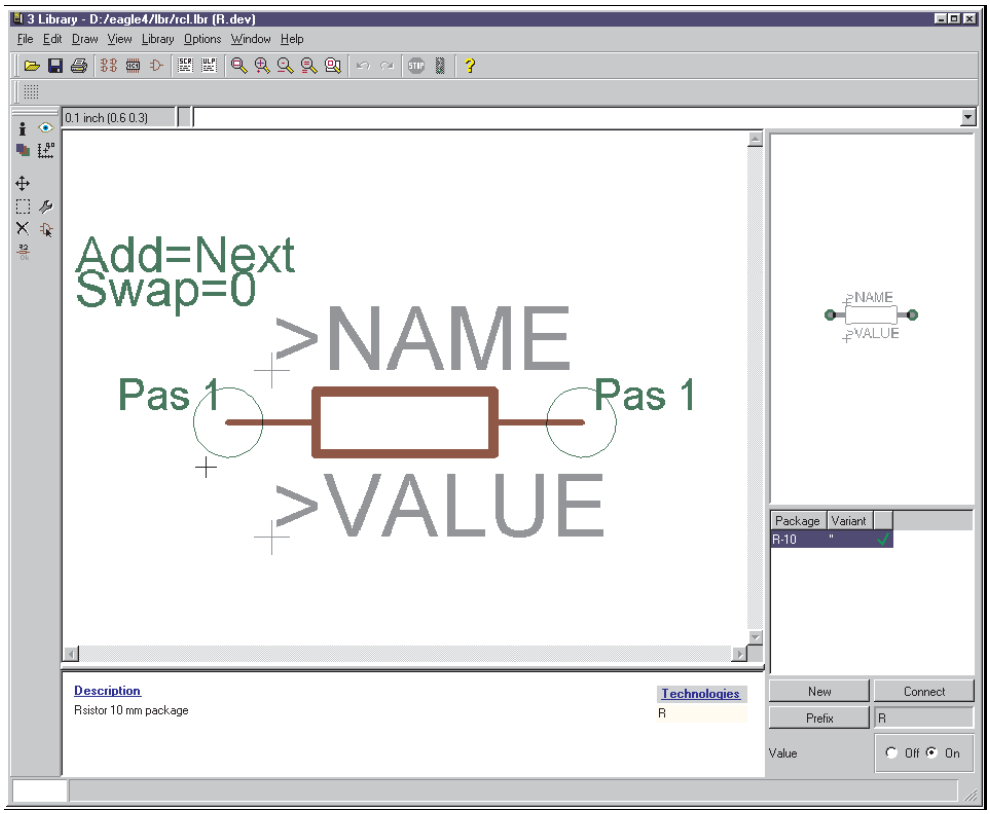
- **حالة التشغيل On**: مَسْمُوح لك بتَغيير القيمةِ في الشكل التخطيطي (على سبيل المثال للمقاوماتِ). حيث أنه بدون القيمة فإن العنصر أو الجزء لَنْ يُحدّدُ بالضبط.

- **حالة عدم التشغيل** Off : في حالة الدوائر المتكاملة يتم اختيار هذه الحالة لانها ليس لها قيمة و لكن يتم استخدام اسم الدائرة المتكاملة حيث تَتضمّنُ تغيرات التغليف والتكنولوجيا (مثل 74LS00N)، و التي يعبر عنها المعامل (device name). ويوصّى بهذه الحالة أيضاً لرموزِ التغذية.

الوصف Description :

انقر على الوصفِ Description في صندوقِ الوصفَ. يمكنك إدخال وصف العنصر هنا. وسيلة البحثَ للأمر Add في الشكل التخطيطي سَوف تبْحثُ خلال هذا النَصِّ. يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ صيغةَ نَصِّ ريتش Rich Text ، كما في package description. سَوف تجد مُلاحظات بحثِ حول هذا في نظامِ طلب المساعدةَ تحت كلمة دليليه Rich Text. ويُمْكِنُ أَنْ تشبه التالي:

```
<b>R-10</b>
<p>
Resistor 10mm package
```



شكل (٢١) يوضح محرر النبيطة : مقاومة تم تعريفها بالكامل

التسجيل Save :

تمت الآن عملية رسم و إضافة كائن رسومي جديد للمكتبة، بإمكانك التأكد من جميع الإعدادات التي قمت بها من خلال نافذة التحرير، ثم قم بعملية تخزين المكتبة ، ثم الإغلاق.

الإستعمال Use :

المكتبة المَنشأة حديثاً يَجِبُ أَنْ تكون متاحة للشكل التخطيطي أَو تخطيط اللوح بمساعدة أمر الاستعمال Use. هذا الأمر Use يَجِبُ أَنْ يستَعملَ في محرر الشكل التخطيطي أَو محرّرِ تخطيطِ اللوح. و من المحتمل أيضاً التعليم على مكتبة كأنها في حالة استعمال Use في تفريعة الشجرةِ في واجهة التحكم . أنظر طلب المساعدةً للتفاصيلِ. الآن المكتبة سَتَكُونُ معترف بها مِن قِبل الأمر Add و وظيفة البحث.

١٠-٦ تعريف النبائط المعقّدة:

في هذا الجزء نَستعملُ مثالَ لذلك الشريحة الرقيقة (541032) TTL chip لتَعريف عنصر المكتبة الذي سَيتم تمثيله في تغليفين مختلفينِ (العناصر التقليدية DIL و السطحية SMD) شكل (٢٢). وهى عبارة عن دائرة متكاملة رقمية رباعية البوابات المنطقية OR. رمز الشكل التخطيطي سَيصْبَحُ معرّفَ بطريقة البوابات المنطقية المفردة OR بحيث توضع الواحدة تلو الأخرى. الأطراف الدبوسية الخاصة بالتغذية الكهربائيةِ تكون غير مرئيةَ مبدئياً في الشكل التخطيطي، ولكن يُمْكِنُ أَنْ تجْلَبَ إلى الشكل إذا تطلب ذلك.

يَمْضي التعريفُ كما في الخطواتِ التاليةِ:

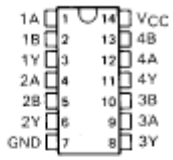
- إنشاء مكتبة جديدة لتحرير الكائنات الرسومية للعنصر الجديد
- رسم التغليف التقليدي ذو الأطراف الدبوسية (DIL-14) أو تغليف العناصر السطحية (LCC-20)
- رسم شكل الرمزَ المنطقَي
- إنشاء رمزَ التغذية الكهربائي
- ربط و إسناد الأغلفة والرموزَ معاً لبنتج عنهما تعريف النبيطة للعنصر .

SN54ALS1032A, SN54AS1032A, SN74ALS1032A, SN74AS1032A
QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-OR BUFFERS/DRIVERS

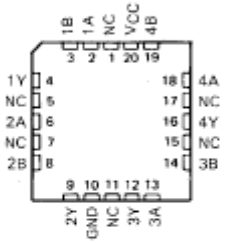
D2661, DECEMBER 1982—REVISED MAY 1986

- 'ALS1032A is a Buffer Version of 'ALS32
- 'AS1032A is a Driver Version of 'AS32
- 'AS1032A Offers High Capacitive Drive Capability
- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers, and Standard Plastic and Ceramic 300-mil DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

SN54ALS1032A, SN54AS1032A . . . J PACKAGE
SN74ALS1032A, SN74AS1032A . . . D or N PACKAGE
(TOP VIEW)



SN54ALS1032A, SN54AS1032A . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

description

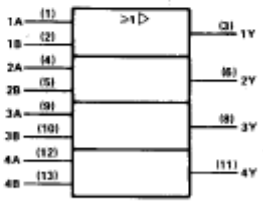
These devices contain four independent 2-input OR buffers/drivers. They perform the Boolean functions $Y = A + B$ or $Y = \overline{A \cdot B}$ in positive logic.

The SN54ALS1032A and SN54AS1032A are characterized for operation over the full military temperature range of −55°C to 125°C. The SN74ALS1032A and SN74AS1032A are characterized for operation from 0°C to 70°C.

FUNCTION TABLE
(each gate)

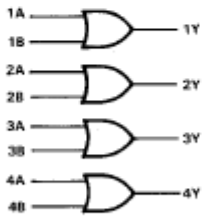
INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
H	X	H
X	H	H
L	L	L

logic symbol†



†This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.
Pin numbers shown are for D, J, and N packages.

logic diagram (positive logic)



PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1982, Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS

شكل (٢٢) صفحة البيانات Data sheet للدائرة المتكاملة ٥٤١٠٣٢ .

كُلّ البيانات لهذه الدائرة المتكاملة تم استخلاصه مِنْ كتاب البياناتِ data book المنشور بواسطة Texas Instruments

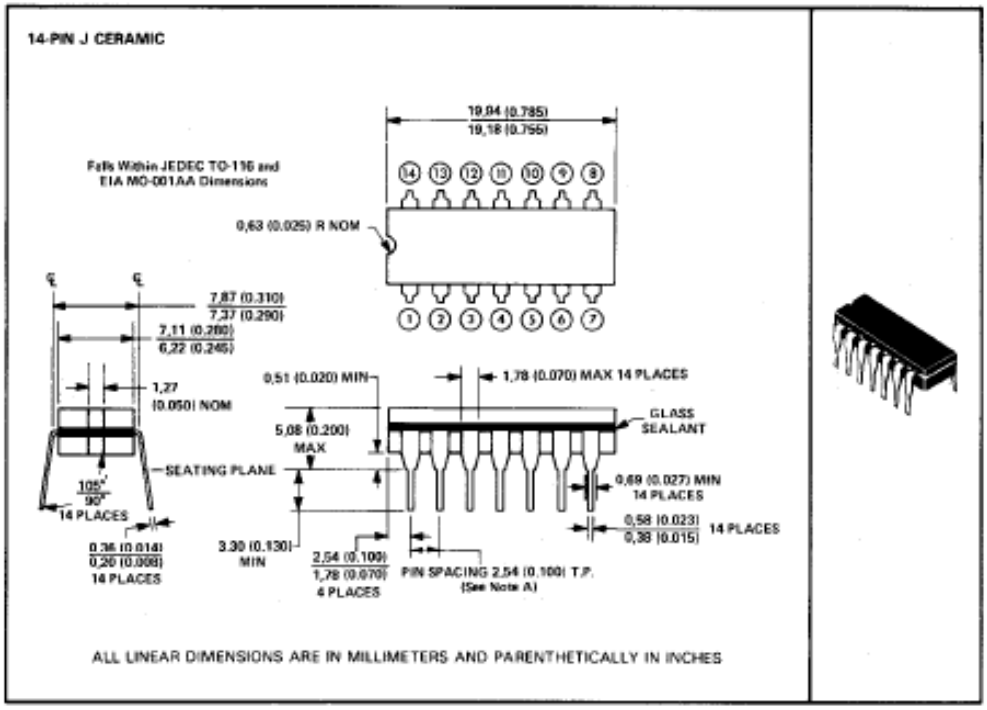
١٠-٦-١ إنشاء مكتبة جديدة Creating a New Library :

قم بالنقر على قائمة File/New/Library في واجهة التحكم لبرنامج EAGLE .سوف تظهر نافذة محرّرِ المكتبةِ Library Editor ، محتوية مكتبة جديدة، غير معنونة untitled.lbr. فهي، بالطبع، و من المحتمل أيضاً امتداد المكتبةَ الموجودة. في تلك الحالة يجب أن تستخدم القائمة File/Open/Library لاختيار المكتبةِ التي تُريدُها، أَو يمكنك القيام بالنقر على مدخلِ المكتبات في تفريعات المجلدات لواجهة التحكم، و القيام باختيار المكتبة المطلوبة بالنقر على الزرِّ الأيمن للفأرة. فإن هذا سَيَفْتحُ قائمة السياقِ، إحدى هذه الخياراتِ هو Open. يتم فتح محرر المكتبة.

١٠-٧ نبيطة متعددة الرموز ذات تغليف مزدوج الصفوف DIL :

١٠-٧-١ رسم التغليف التقليدي للعناصر ذات الأ خراف الدبوسية:

يتم تصنيع العناصر التقليدية في التغليف التقليدي ذو الأطراف الدبوسيةPin-Leaded . فهى تعرف بالتغليف ذو صفى الأطراف الدبوسية كما و يعرف على سبيل المثال، بالمختصر DIL-14 للغلاف ذو ١٤ طرف دبوسي موضوعة على هيئة صفين كما بالشكل (٢٣)، مَع مباعدة بين الأطراف الدبوسية مقدارها ٢.٥٤ مليمترِ (٠.١ بوصة) وعرض مقداره ٧.٦٢ مليمتر (٠.٣ بوصة). إذا كان هناك تغليف مناسب في مكتبةِ أخرى، فإنه من الممْكِنُ أَنْ يُنْسَخَ إلى المكتبة الحالية حيث أن الغلاف ذو العدد المعين من الأطراف الدبوسية يمكن تعبئته بدوائر متكاملة مختلفة الأغراض. وأي تصميم لغلاف جديد متشابه مع أغلفة أخرى لَنْ يَكُونَ مجدياً.



NOTE A: Each pin centerline is located within 0,25 (0.010) of its true longitudinal position.

DIL-14 data sheet

شكل (٢٣)

- قم بالنقر على أيقونة الأمر Edit لتحرير التغليف في شريط الأفعال، وأدخل اسم التغليف في الصندوقِ الجديدِ لقائمةِ التحرير Edit، حيث الاسم DIL-14 في مثالنا الحالي. انقر على الزر موافق OK ، وقم بالتُأكّيدُ على سؤالَ إنشاء تغليف جديد بالمسمى 'DIL-14' و ذلك بالإجابة عليه بنعم Yes . الآن تفتح نافذة محرر التغليف Package Editor .

إعداد الشبكة البيانية و وضع الوسائد :

- أولاً قم بإعداد الشبكة البيانية الملائمة (٥٠ mil في هذه الحالةِ) باستخدام أمر الشبكةَ GRID أو النقر على الأيقونة ، واتَركَ خطوطَ الشبكةَ البيانية مرئيةً. يُمْكِنك بسهولة أن تجعل الشبكة البيانية ظاهرة ومخفية بواسطة مفتاحِ الوظيفةِ F6 .

- استعمل أمر الوسادةَ PAD أو انقر الأيقونة ، وضِعْ وسائد اللحامَ بموجب المواصفات المذكورة في صفحة البيانات data sheet الخاصة بالعنصر. يجب أن ترتب الوسائد بالطريقة التي تكون فيها نقطة الأصل للمحاور في مكان ما قريبة من مركز التغليف .

- كُلّ وسادة يُمكنُ أَنْ تَأخُذَ خواص فرديةَ مثل الشكلِ Shape ، قطر Diameter ، و قطر فتحةِ مثقابِ Drill. والأشكال المتوفرة هي: المربع Square ، الدائري Round ، المثمّن Octagon ، الطويل Long ، والمعدل Offset (Long with offset drill).

- قم باختيار شكلَ الوسادةِ المطلوبِ وحدّدْ قطرَ الفتحةَ. عادة يتم تعريف قطرَ الوسادةَ بآلية القيمةِ القياسيةِ (على التوالي القيمة ٠)، حيث أن المقاس يتم تقريره أخيراً في الشكل التنفيذي layout مِن قِبل وسائل قواعد التصميم، جدول الطوق النحاسي للوسادة Restring . تَظْهرُ الوسادةُ في المكتبةِ بالقيمةِ الأصليةِ أو القياسية 55 mil.

على أية حال، ربما تقوم بتخصّيصُ قيمةَ فرديةَ. إذا قمت بتحديد، على سبيل المثال، القيمة 70 mil، فإن النتيجة تكون أن قطرِ الوسادةِ على اللوح لا يُمكنُ أَنْ يَكُونَ أقل مِنْ 70 mil (مستقلة عنْ القيمةِ المَحْسُوبةِ لقواعد التصميم). واختيارُ هذه القيمةِ يجب أن يتم عندما يتم تنشيط أمر الوسادةَ PAD (وبمعنى آخَر: أنّ الوسادةَ تم رْبَطُها بمؤشّرةِ الفأرَة) باستعمال شريط معاملات الأوامر شكل (٢٤). من المحتملُ أيضاً تَحديد قطرِ فتحةِ المثقابَ وشكل الوسادةَ.

شكل (٢٤) شريط المعاملات عندما يتم تفعيل الأمر Pad

- خواص الوسائد التي تم وُضِعها يُمْكِنُ أَنْ تُعدّلَ في المرحلة التالية بواسطة أمر التغييرَ CHANGE . قم بالنقر على أيقونة التغييرِ CHANGE واختر الخاصية والقيمةِ الملائمةِ. ثمّ قم بالنقر على الوسائد التي تم تعديل خواصها. أمر التغيير CHANGE يُمْكِنُ أَنْ يطبق أيضاً على المجموعاتِ (باستعمال أمر المجموعةَ GROUP). بعد أن تم اختيار الخاصية، قم بالنقر داخل المجموعةِ بالزرِّ الأيمن بالفأرِة.

طالما أن الوسادة قد تم وُضِعها، فإن برنامج EAGLE يقوم بالتولّيدُ الآلي لرموز توقّيفِ اللحام في الطبقة رقم ٢٩ والطبقة رقم٣٠، t/bStop. أبعاد رموز توقيف اللحامِ يتم تحدّيدها في قواعدِ التصميمَ Design Rules ، جدول القناعِ Mask tab ، معاملَ التوقّيفStop parameter.

يُمْكِنُ أَنْ يشار للوسائد بالأعلامِ الخاصّةِ (First, Stop, Thermals). ويُمْكِنُ أَنْ يتم تعديلها بالأمر تغييرِ CHANGE بعد ذلك. بإعْطاء وسادةِ واحدة من التغليف العلم الأول First (CHANGE FIRST ON) يَسْمحُ لتَعريف شكل خاصّ لها في قواعدِ التصميمَ، جدول الأشكالِ، الخيار First ، لكي يُشير إليه بالعدد '١' مِنْ وسادةِ التغليف.

إعداد غلق عَلَمُ الحراريات يَمْنعُ تَوليد أى رمز حراري في المنطقة النحاسية.بينما CHANGE STOP OFF يَمْنعَ توليد قناع توقّيفِ اللحامِ آلياً للوسادة.

تسمية الوسادةِ Pad Name :

- يقوم برنامج EAGLE بالتخصّيصُ الآلي لمسميات الوسادة ، P$1, P$2, P$3 etc، كتنسيب مكاني. يتم تخصّيصْ الأسماءَ بموجب المعلومات الموجودة في كتاب البيانات data book . ويُمْكِنُ أَنْ تفحص الأسماء بسهولة بواسطة النَقْر على القائمة المنسدلة Options/Set/Misc واختيارُ Display لخيارَ أسماءِ الوسادةِ. كُلّ أسماء الوسائد يتم إظهارها بعد إنْعاش الشاشةِ (F2). و بدلا من ذلك يمكنك كتابة الأمر في نافذة الأوامر:

```
SET PAD ON
```

و لإخفاء أسماء الوسائد مرة أخرى نكتب:

```
SET PAD OFF
```

- إنّ الإجراءَ التاليَ موصّى به للعناصر التي لَها عدد كبير من الوسائد المرقومة تعاقبياً: اختر أمر الوسادةَ PAD ، اكتبه في اسمَ الوسادةِ الأولى، ومثال على ذلك: "١"، و ضِعْ الوسائد تعاقبياً. علامات الاقتباس المفردة يجب أنْ تُكتب في نافذة الأوامر.

رسم رمز الشاشةِ الحريرية

Draw the Silk Screen Symbol :

أي تغليف بسيطِ (رمز شاشةِ حريريةِ) والذي سَيصْبَحُ مرئيَاً على اللوح يتم رسمه في الطبقة رقم ٢١، tPlace. عند القيام برسم شكل التغليف ، استعمل الأوامر سلكَ WIRE ، دائرة CIRCLE ، وقوس ARC . وتأكد من أنك لا تتداخل مع مناطق اللحام، حيث أن هذا يُمْكِنُ أَنْ يسبّبَ مشاكلَ عند لحام الألواحُ. إذا كان من الضروري، استعملُ أمر الشبكةَ البيانية GRID لإعداد شبكة بيانية أدق أو استعملُ مفتاحَ Alt للشبكَةِ البيانيةِ البديلةِ (راجع أمر الشبكةً البيانية GRID). العرض القياسي للخطوطِ (CHANGE WIDTH) في طبعة الشاشةِ يساوي (0.254 mm) 10 mil، ولا يَجِبُ أنْ يكون عرض الخط ارفع من ذلك.
من الممكن أيضاً إنشاء شاشة حريرَية إضافية وبالأحرى أفضلَ في المظهرَ لأغراضِ التوثيقِ في الطبقةِ رقم ٥١، tDocu. وهذا ربما يغطي في الحقيقة مناطقَ ملحومة، حيث إنها ليست متضمنة مع بيانات التصنيع.

اسم وقيمةِ التغليف :

Package Name and Package Value

وضع بيانات عن الاسم و القيمة هى الخطوة التالية الآن. استعمل أمر النَصَّ TEXT

أو انقر الايقونة أو اكتب في نافذة الكتابة:

```
>NAME
```

في الطبقةِ رقم ٢٥، tNames، لتحديد مكان الاسمِ placeholder، و

```
>VALUE
```

في الطبقةِ رقم ٢٧، tValues، كتحديد مكان placeholder للقيمةِ، و وضع هذا في الموقع المناسب. نَستعملُ خطّاً يتناسب مَع ارتفاع نَصٍّ مقداره 70 mil كارتفاع قياسي. إذا أردت أَنْ يَكُونَ لديك نصوصُ يمكن إدارتها مِن قِبل دوران التغليف بمقدار ١٨٠ °، فإنك يَجِبُ أَنْ تَستعملَ عَلَمَ الدورةَ (انظر وظيفةَ طلب المساعدةِ لأمر النَصِّ TEXT). يمكنك إعادة وضع النصوص في مرحلةِ متأخرة باستخدام الأمر SMASH و الأمر MOVE.

المناطق المقصورة على العناصر

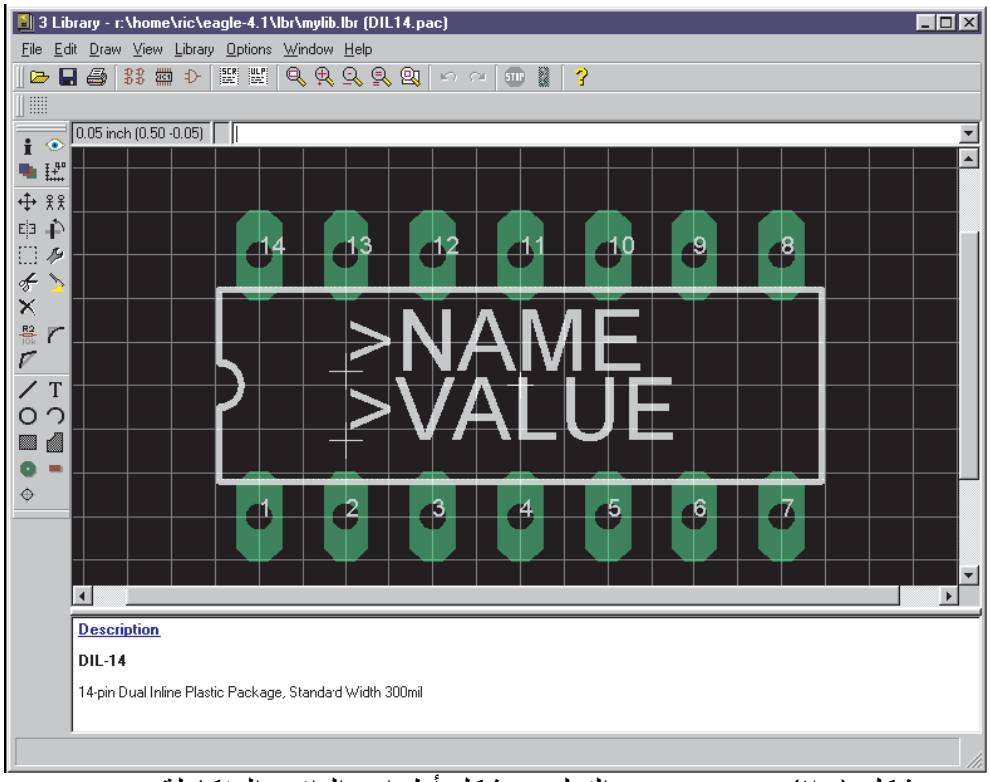
Areas Forbidden to Components :

في الطبقةِ رقم ٣٩، tKeepout، يَجِبُ أَنْ تنشئ منطقة محظورة على كُلّ العناصر باستعمال الأمر RECT أو رسم إطار حول التغليف بالأمر سلكِ WIRE . وهذا يَسْمحُ لقيام DRC للتَدقيق في العناصر القريبة جداً من بعضها على لوحتِكَ أو المتداخلة معاً.

الوصف :

قم بالنقر على أمر الوصفِ Description في صندوقِ الوصفَ. تَفْتحُ النافذة حيث الجزء الأسفل منها يمكنك من إدخال النص، بينما الظهور المُهَيَّأ للوصفَ يكون مَعْرُوضُ في الجزءِ الأعلى (عنوان بارز). يمكن إدخال النَصّ في صيغةِ نَصِّ ريتش Rich Text. تهذه الصيغةِ تعمل مَع مجموعة ثانوية HTML التي تسْمحُ للنَصِّ لكي يُهيّئَ. سَتَجِدُ معلومات مُفصّلة في نظامِ المساعدةَ تحت نَصِّ ريتش Rich Text. النَصّ الوصفي لدي التغليف DIL-14 قَدْ يبْدوا مثل هذا:

```
<b>DIL-14</b>
<p>
14-Pin Dual Inline Plastic Package, Standard
Width 300 mil
```



شكل (٢٥) يوضح محرر التغليف بشكل أطراف الدائرة المتكاملة DIL-14

من الممكن أيضاً إضافة، على سبيل المثال، الكتاب المرجع للبيانات، أو عنوان بريد إلكتروني للمصدر أَو المعلوماتِ الأخرى هنا. إمكانية البحث في حوارِ Add لمحرّر تخطيطَ اللوح Layout Editor ينْظرُ أيضاً في هذا النَصِّ للكلمات الدليليه keywords.

و على ذلك نكون قد حصلنا على رمز الشاشة الحريرية و هو الموضح بالشكل (٢٥).

التسجيل Save :

في هذه المرحلة إنْ لمْ يكن قبل المكتبةِ فإنه يَجِبُ أَنْ تُسجل تحت اسمها (ومثال على ذلك: my_lib.lbr).

١٠-٨ نبيطة متعددة الرموز ذات تغليف SMD :

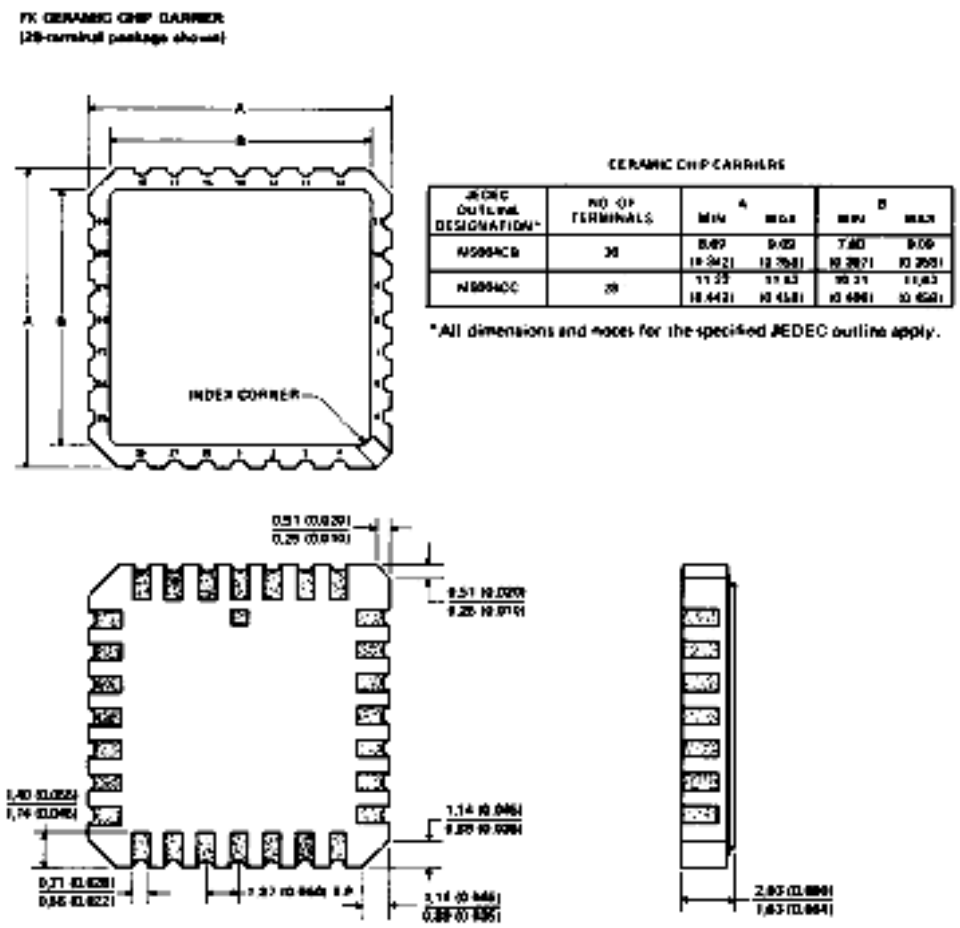
النوع الثاني للتغليف لهذا العنصر قَدْ يُرى في الشكل (٢٦) التالي. حيث مقاس مناطقِ اللحام سَيصْبَحُ ٠.٨ مليمترَ x ٢ مليمتر. ويكون العنصر السطحي رقم SMD 1 أكبرُ ، عند ٠.٨ مليمتر مضروباً في ٣،٤ مليمتر.

١٠-٨-١ رسم تغليف SMD :

- قم بالنقرْ مرة ثانيةً على أيقونة أمر تحرير التغليف Edit أو النقر على الايقونة ، وأدخلْ اسمَ التغليف في الحقل Newِ في قائمةً التحرير. سوف يتم إطلاق الاسم LCC-20 . انقر على زر الموافقة OK وقم بالتُأكّيدُ على سؤالَ إنشاء تغليف جديد'LCC-20'؟ بالإجابة بنعم Yes.

إعداد الشبكة البيانية و وَضع وسائد لحامِ العناصر السطحية :

- قم بضبط الشبكةَ البيانية للقيمة ٠.٦٣٥ مليمترِ (٠.٠٢٥ بوصة)، واترك خطوطَ الشبكةَ مرئيةً. من المفيدُ تَعريف شبكةَ بيانية بديلةَ مِنْ القيمة ٠.٠٥ مليمترِ لتَصميم مثل هذا التغليف.



شكل (٢٦)

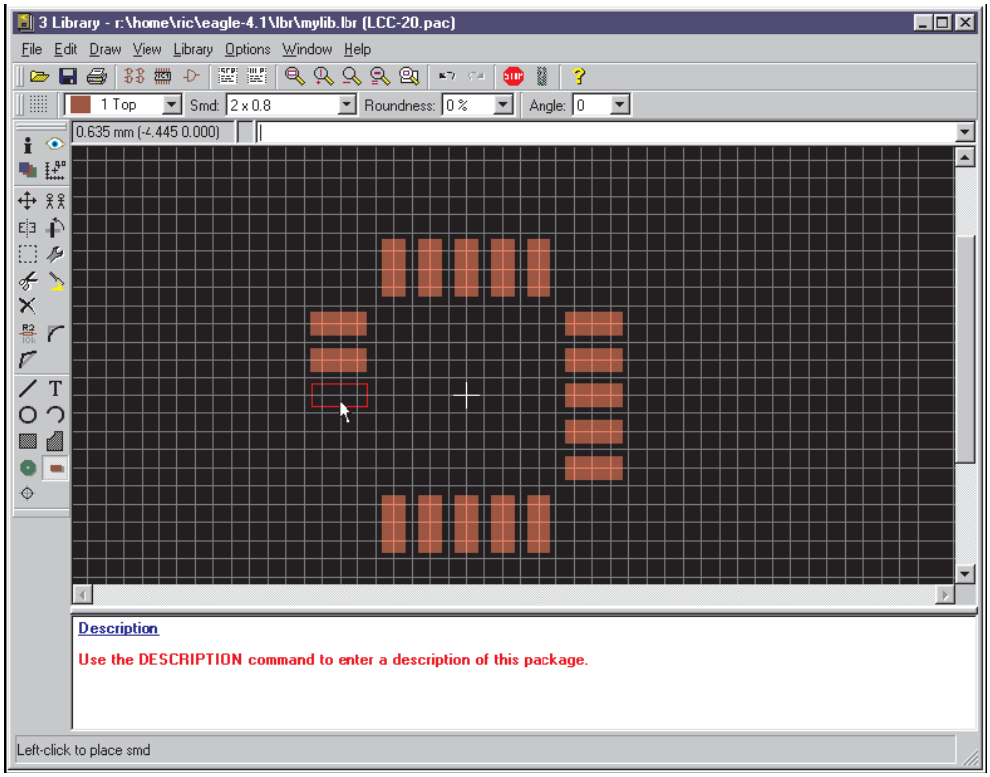
- عامة يتم تعريف العناصر السطحية على قمة اللوح ، و لذا دائماً تكون في الطبقة رقم ١ ، Top . إذا أردت عناصر على جانب اللحام ، فإنك يجب أن تستخدم الأمر MIRROR لعكس العناصر على هذا الجانب.

- ابدأ بوَضْع خمسة من وسائد العناصر السطحية بالنقر على الايقونة بمسافةِ بينية فيما بينهم تقدر بالمسافة ١,٢٧ مليمتر في صفّين أفقيين قريبين من نقطة الأصلِ. وحيث أن القيمةِ ٠.٨ x ٢.٠ لَمْ يتم احتوائها في قائمةِ العناصر السطحية SMD menu، فإن هذا يجب أنْ يـدْخَلَ في الصورة

0.8 2.0، سواء في نافذة الأوامر أَو في صندوقِ العناصر السطحية SMD box في شريط معاملات الأوامر. لذا أنقر الأيقونةِ SMD ، واكتب

0.8 2 ←

في نافذة كتابة الأوامر. قم بإنشاء صفّين عموديينَ أيضاً. و على هذا يُمْكِنُ أَنْ تَكُونُ العناصر السطحية مُدارةً بالزاوية ٩٠ درجةِ بزرِّ الفأرِة اليمين. الشكل (٢٧).



شكل (٢٧) يوضح كيفية وضع وسائد العنصر السطحي

- يُحدّدُ معامل دوران أركان الشكل Roundness (الأمر تغيير CHANGE) أى المنحنيات يَجِبُ أَنْ تُعطي إلى أركان وسائد اللحامَ. القيمة القياسية هى ٠%، والتي تعْني بأنه ليس هناك دوران للأركان. راجع أيضاً الجزء في صفحةِ ١٠٣.

إذا تم اختيار وسادة عنصر سطحي مربعة الشكل، وإذا تم تعريف دوران الأركان Roundness بالقيمة١٠٠ %، فأن النتيجة تكون وسادة عنصر سطحي دوراني round

SMD، و هو ما نحتاجه عند إنشاء أغلفة ذات مصفوفة شبكية من الكرات grid array housings (BGA) . عادة يتم اختيار الدوران Roundness لِيَكُونَ ٠ % عندما يكون التغليف مُعَرَّف. أي قيمة عامّة يُمْكِنُ أَنْ تُحدّدَ في قواعدِ التصميمَ إذا كان المرغوب دوران بسيط لوسائد اللحام .

- قم بسحبْ أربعة صفوفَ من وسائد العناصر السطحية إلى الموقعِ الصحيحِ. و من ثم استعمل شبكة بيانية أدق بديلة بالقيمة ٠.٠٥ مليمترِ بالضَغْط على مفتاح Alt . الأوامر GROUP و MOVE يتم استخدامهما بواسطة النقر بالزر الأيمن للفأرة على المجموعة المحددة يمكن أن يستَعملَ لسَحْب المجموعةِ المحددة إلى الموقعِ الصحيحِ.

- يُمْكِنُ تعدّيلَ مقاس العناصر السطحية المركزية في الصفِّ الأعلى بأمر تغيير العناصر السطحية SMD CHANGE . حيث أن القيمةِ ٠.٨× ٣،٤ ليست محتواه في القائمة كمعيار أو كقيمة قياسية، أكتب

```
change smd 0.8 3.4 ←
```

في نافذة كتابة الأوامر، ثم انقر على SMD . قم بسحبْه بالأمر MOVE حتى يمكن وضعه في الموقعِ الصحيحِ. إنّ أمر المعلوماتَ INFO يكون مفيداً لفحص موقعِ وخواص وسائد اللَحامَ.

- عند إتمام وضع SMD (في الطبقةِ العليا Top)، فإن رموز توقّيفِ اللحام solder stop ومعجون اللحام solder cream يتم إنشائها آلياً في الطبقةِ رقم ٢٩، tStop، والطبقة رقم ٣١،tCream ، على التوالي. إذا كان العنصر في تخطيطِ اللوح layout مَنْسُوخُ بالأمر mirror في الجانبِ السفلي، فإن هذا العنصر يتم تغيّيرُه إلى الطبقاتِ بالوظائفِ المطابقةِ، يعني الطبقةَ رقم ٣٠، bStop و الطبقة رقم ٣٢، bCream.

العناصر السطحية يُمكنُ أَنْ تأخُذَ أعلامَ خاصّةَ (Stop, Cream, Thermals) التي يُمْكِنُ أَنْ تُعدّلَ بأمر التغييرَ CHANGE. بإعداد Thermals flag off يَتفادى رمز حراري لمناطق نحاسِية للعناصر السطحية. الأوامر CHANGE STOP OFF أو CHANGE CREAM OFF يقوما بمنع برنامج EAGLE من توليد التغيير في قناع توقيف اللحام أو إطار المعجون للعناصر السطحية آلياً. انظر أيضاً وظيفة طلب المساعدة.

تسمية وسائد العناصر السطحية SMD Names

:

- إذا لم يكن هناك أسماءَ مرئية على وسائد العناصر السطحية، قم بالنْقرُ على القائمة Options/Set/Misc وقم بتنشّيطُ خيارَ إظهار أسم الوسادةِ Display pad names. بدلاً من ذلك يُمْكِنُك كتابة التالي في نافذة الأوامر:

```
set pad_names on ←
```

كُلّ الأسماء سَتَكُونُ مرئية بمجرد إعادة رسم الشاشة (أمر النافذة WINDOW).

- استعمل أمر الاسمَ NAME لضبط الأسماءِ لمُجَاراة المواصفاتِ الموجودة في صفحة البيانات data sheet الخاصة بالعنصر و الصادرة من المصنع. من المحتملُ بدلاً من ذلك تَخصيص الأسماءِ كما هى موضوعة للعناصر السطحية، فإذا كان العنصر لَهُ عدد كبير مِنْ الوسائد بأرقام متسلسلةِ. اختر الأمر SMD، و أكتب اسمَ العنصر السطحي الأول، ومثال على ذلك: - '١'، ثم ضِعُ الوسائد في التعاقب الصحيح. علامات الاقتباس الوحيدةِ يَجِبُ أَنْ تدخل على نافذة الأوامر. راجع أيضاً جزء الأسماءِ والتَسْمِية الآلية على صفحةِ ٧٣.

- يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تَدْمجَ عِدّة أوامر خلال نافذة الأوامر، على سبيل المثال:

```
smd 0.8 2 '1' ←
```

حيث يعني هذا أن هناك الآن عنصر سطحي بالأبعاد ٠.٨ مليمترِ × ٠،٢ مليمتر وبالاسمِ ١ يرتبط مع مؤشّرة الفأرِة.

رسم الشاشةَ الحريرية Draw the Silk Screen :

- أولاً قم بإعداد الشبكة البيانية لتناسب قيمة مثل ٠.٢٥٤ مليمترِ (١٠ mil). ارسم طباعة الشاشةُ الحريرية بالطبقةِ رقم ٢١، tPlace. لاحظ أنه لا يَجِبُ أنْ تَغطّي المناطق المَلْحُومة، كما أن هذا يُمْكِنُ أَنْ يسبّبَ المشاكلَ عندما تَجيءُ الألواحَ لكي تُلْحَمَ. لا تُستعملْ عرض خَطٍّ تحت الحَدّ الأدنى ٠.٢ مليمترِ. بل القيمة القياسية هى ٠.٢٥٤ مليمترُ (١٠ mil).

من المحتملُ أيضاً إنشاء شاشةَ حريريةَ إضافية و أكثر تفصيلاً لأغراض التوثيقِ في الطبقةِ رقم ٥١، tdocu. هذا ربما يغطي في الحقيقة المناطق الملحومة، حيث أنها لَمْ تنتَجْ مع بياناتِ التصنيع.

اسم وقيمةِ التغليف Package Name and Package Value :

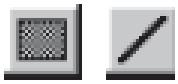
الآن فيما يلي شرح لكيفية كتابة هذه المعلومات. استعمل أمر النَصَّ TEXT واكتب

>NAME

في الطبقةِ رقم ٢٥، tNames، لتحديد مكان الاسمِ placeholder، و

>VALUE

في الطبقةِ رقم ٢٧، tValues، لتحديد و حجز مكان للقيمة placeholder، ووضعها في الموقع المناسب. النصوص يُمْكِنُ أَنْ تُفْصَلَ ويمكن إعادة وضعها في وقت متأخر باستعمال المرحلةِ الأمرين SMASH و MOVE .



المناطق المقصورة علي العناصر

في الطبقةِ رقم ٣٩، tKeepout، يَجِبُ عليك إنشاء منطقةً محظورة على كُلّ عنصر (الأمر RECT) أَو رسم إطار حول التغليف بالأمر سلكَ WIRE . هذا يَسْمحُ لدى DRC لفحص سواء العناصر القريبة جدا على لوحتِكِ، أَو حتى المتَدَاخُلة.

تحديد مكان نقطة الوضع Locating Point :

طالما انتهيت من رسم التغليف، برجاءً دقّقْ أين تقع نقطة الأصلَ . يَجِبُ أَنْ تكُونَ في مكان ما قُرْب منتصفِ التغليف. إذا كان من ضروري، استخدم أمر الشبكة البيانية GRID لاختيار الشبكة المناسبة (ومثال على ذلك: ٠.٦٣٥- مليمتر)، وقم بإزاحة التغليف بالكامل و ذلك بالأمر GROUP والأمر MOVE. أولاً تأكد من أنّ كُلّ الطبقات تكون مرئية (باستخدام الأمر DISPLAY ALL). و هى الطريقُة الوحيدُة الّتي ستجعلك متأكداً من أن كل العناصر قد تحركت في الحقيقة .

الوصف :

انقر على زر Description في صندوقِ الوصفَ description box . حيث يُمْكِنُك ادخال وصف تفصيلي عن هذا التغليف. و يمكن استخدام صيغة نَصِّ ريتش Rich Text format . هذه الصيغةِ مَوْصُوفةُ في نظامِ مساعدةِ البرنامجَ تحت نَصّ ريتش.

مدخل التسمية LCC-20 في صيغةِ نَصِّ ريتش يُمْكِنُ أَنْ تبْدوَ مثل ما يلي:

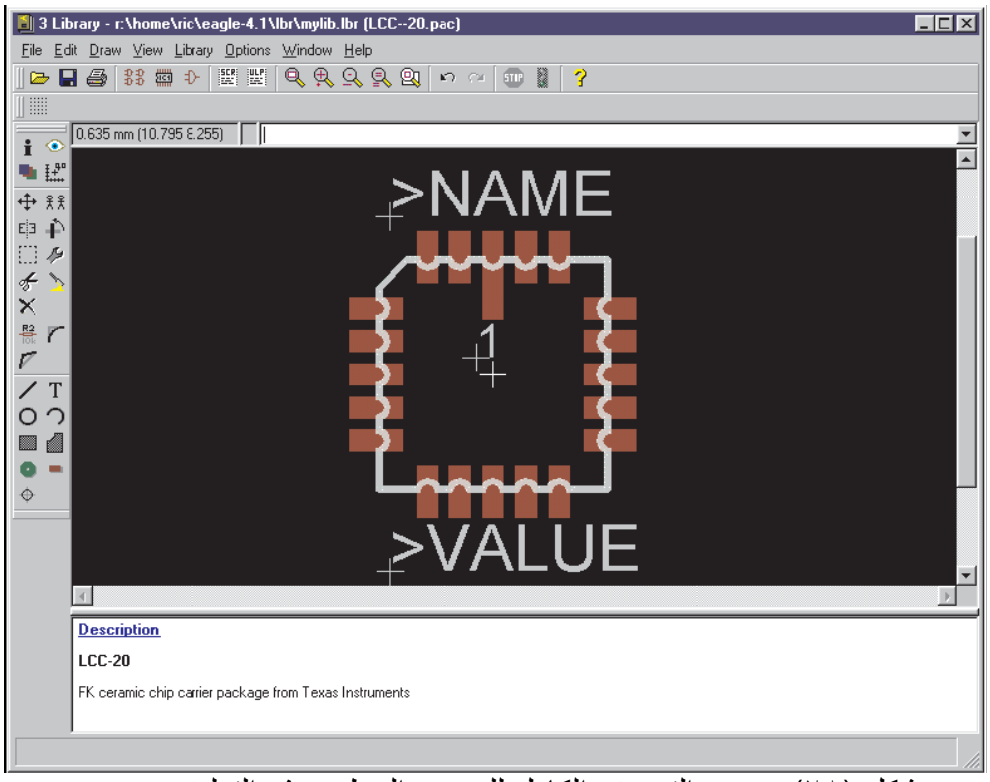
```
<b>LCC-20</b>
<p>
FK ceramic chip carrier package from Texas
Instruments.
```

حوار Add في محرّرِ تخطيطَ اللوح يُمْكِنُ أَنْ يَبْحثَ عن هذا الوصفِ أَو للكلمات الدليليةِ خلاله.

و في النهاية نكون قد حصلنا على التعريف الكامل لتغليف العنصر السطحي ذو ٢٠ طرف دبوسي كما بالشكل (٢٨).

التسجيل Save :

رجاءً لا تَنْسِ تَسجيل المكتبةِ من وَقتٍ لآخَرَ!



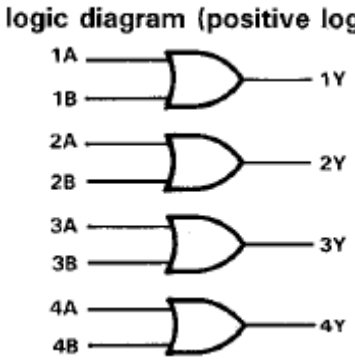
شكل (٢٨) يوضح التعريف الكامل للعنصر السطحي ذو التغليف LCC-20

افترض أنك وجدتَ التغليف الذي تريده بالضبط في إحدى المكتبات ، ببساطة قم بنسخه إلى المكتبة الحاليةِ. المزيد من المعلومات حول هذا موجود في الصفحةِ ٢٠٥.

١٠-٩ رسم الرمز المنطقي :

تحتوي النبيطة موضوع الرسم على أربعة بوابات منطقية من النوع OR ، كُلّ منها له مدخلين ومخرج واحد كما بالشكل (٢٩). سوف نقوم أولاً بإنشاء رمزَ البوابة OR

. و من المعروف أننا قمنا برسم شكل التغليف في حالة النبيطة ذات الأطراف الدبوسية المزدوجة و في حالة نفس النبيطة و لكنها ذات تثبيت سطحي.



شكل (٢٩) يوضح الرموز المنطقية للعنصر 541032

- انقر على أيقونة تحرير الرمز Edit . ادخل اسم الرمزِ على نافذة New ، مثل 2-input_positive_or، وانقر موافق OK . أَكّدْ سؤالَ إنشاء رمزاً جديداً ' 2-input_positive_or'؟ بالإجابة بنعم Yes . فيكون أمامك الآن نافذةُ محرّرِ الرمزَ Symbol Editor window .

فحص الشبكة البيانية و وضع الأخراف الدبوسية :

تأكد من أن الشبكة البيانية تم إعدادها عند القيمة القياسية ٠.١ بوصةِ. برجاءً حاولْ أن تستعملْ فقط هذه الشبكةِ البيانية، على الأقل عند وضِعُ الأطراف الدبوسَية. من الضروريُ أن الأطراف الدبوسُية والخطوط الشبكية net lines تم وضعها على نفس الشبكةِ البيانية. ما عدا ذلك فسوف لا يَكُونَ أيّ اتصال كهربائي بين النقاط الشبكيةِ والأطراف الدبوسية!

- اختر الأمر PIN ، وضِعْ ٣ أطراف دبوسية. يُمكنُ تغيير خواص الأطراف الدبوسية بواسطة شريط معاملات الأوامر طالما أن الطرف الدبّوسي ملحقُ إلى مؤشّر الفأرَة ولَمْ يُوْضَعْ بعد. إذا تم وضع الطرف الدبّوسي، فإن خواصه يُمْكِنُ أَنْ تُعدّلَ في مرحلة متأخرة بالأمر تغييرِ CHANGE. يُمْكِنُ معالجة عدد مِنْ الأطراف الدبوسِية في نفس الوقت بالأمرين GROUP و CHANGE متبوعاً بنقرة على الزر الأيمن للفأرة.

توجيه Orientation المعاملات، و الوظيفة Function، و الطول Length ، والظهور Visible ، و الاتجاه Direction و مستوى التبديل Swaplevel قد تم وُصِفها كلِّيَّةً عندما تم شرح مثالَ رمزِ المقاومَة.

نقطة أصل المحاور يَجِبُ أَنْ تكُونَ في مكان ما قُرْب مركزِ الرمز، وإذا كان بالإمكان، ليست مباشرة تحت نقطة توصيل الطرف الدبوسي. هذا يَجْعلُها سهلة للاختيار في الرسم التخطيطيِ.

اسم الطرف الدبوسي :

قم بُتخصّيصُ أسماءَ الأطراف الدبوسية بالأمر NAME . في الرمزِ الحالي تم تسمية المدخلين له بالحرفين A و B ، و طرف الخرج بالاسم Y .

رسم الرمز Draw the Symbol :

استعمل أمر السلكَ WIRE لرسم الرمزِ في الطبقةِ رقم ٩٤، Symbols. سُمك الخَطِّ القياسيِ لمحرّرِ الرمزَ يساوي 10 mil. يمكنك أيضاً اختيار أيّ سُمك آخر للخَطِّ .

تحديد أماكن للاسم والقيمةِ

Placeholders for NAME and VALUE :

لتعريف العنصر، استعملُ أمر النَصَّ TEXT في الرسم التخطيطي بكتابة :

```
>NAME
```

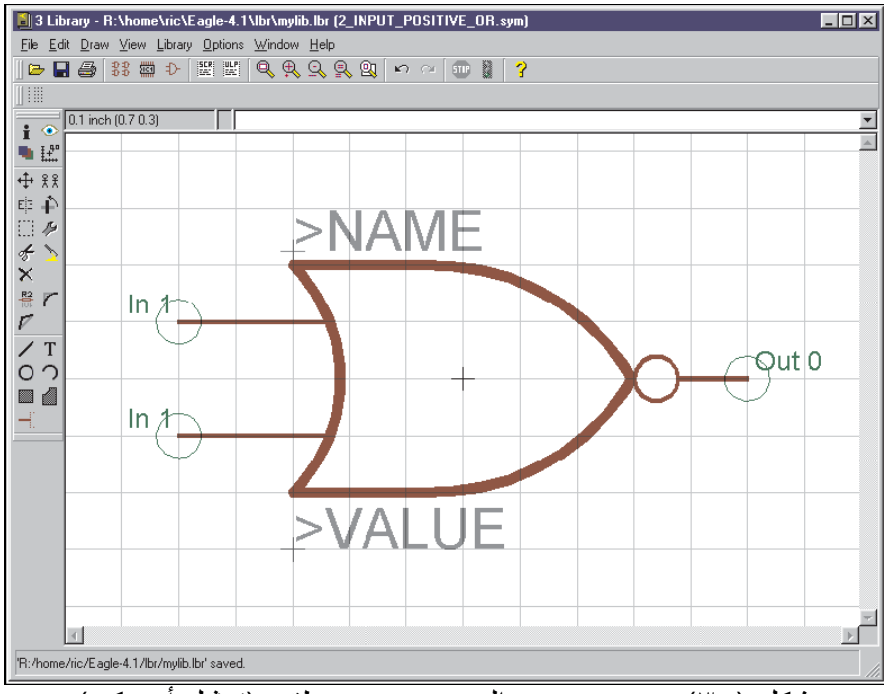
في الطبقةِ رقم ٩٥، Names و

```
>VALUE
```

في الطبقةِ رقم ٩٦، Values. ضِعْ النصين في موقع مناسب. من المحتملُ تَحريك النصوصِ مرة ثانيةً في الرسم التخطيطي بعد استعمال الأمر SMASH لفَصْلها. يَجِب أَنْ يبدو الرمز له ظهورَ الآن في الشكل (٣٠) التالي.

التسجيل Save :

هذه لحظة جيدة لتَسجيل العملِ الذي قمت بتنفيذه سابقاً.



شكل (٣٠) يوضح محرر الرمز : رمز منطقي (تمثيل أمريكي)

افترض أنك وَجدتَ رمز كنت ترغبه بالضبط و مطابق لما تريده استعمل الأوامر GROUP و CUT و PASTE لنسخه الى المكتبة الحالية.

١٠-١٠ رسم رمز التغذية الكهربائية

Drawing a Power Supply Symbol :

تحتاج التغذية إلى طرفين دبوسين. وهذان الطرفان يحفظان في رمز منفصل ، حيث أنهما لا يظهران مبدئياً في الرسم التخطيطي.

- قم بالنقر على أيقونة تحرير الرمز Edit . ادخل اسم للرمز على حقل New، مثل VCC-GND، وانقر بالموافقة OK . أَكّدْ على سؤالَ إنشاء الرمز الجديد ' VCC-GND "؟ بكلمة نعم Yes .

فحص الشبكة البيانية و وضع الأ خراف الدبوسية :

- أولاً تأكد من أن الشبكة البيانية تم إعدادها بالقيمة الأصلية (القياسية) ١٠. بوصة. استعمل فقط هذه الشبكة البيانية عندما تَضِعُ الأطراف الدبوسَية!
- اجلب و ضِعْ دبّوسين بالأمر PIN . نقطة الأصل للمحاور يَجِبُ أَنْ تكُونَ في مكان ما قُرْب مركزِ الرمز. كل من الطرفين الدبوسين يتم إعطائهما PWR

كتخصيص لهما. ولعمَلُ هذا، قم بالنقر بالفأرة على أمر التغييرِ CHANGE ، اختـرُ خيـارَ التخصـيص Direction ، واختـرُ PWR . قـم الآنَ بـالنقر علـى الدبّوسين لتَخصيص هذه الخاصية.

العلامةَ الخضراء على الدبّوسِ تم تجديدها، وتري الآن Pwr 0. و هذا يكون مرئـيُ فقط عندما تكون الطبقة رقم ٩٣، Pins ، نشيطةً!

تسمية الأ خراف الدبوسية :

استعملُ أمر NAME لإعْطاء الطرفين الدبّوسين أسماءِ الإشاراتِ التـي تقوم بتنفيذها. في هذه الحالةِ، هما عبارة عن GND و VCC . لأسبابِ الظهورِ، فإن خاصية ظهور Visible الدبّوسَ يتم إعدادها للوسادة Pad في الرمز الموضحَ أسفل، و الكتابة على الطرف الدبوسي يتم وضعها على الطبقة رقم ٩٥، Names ، مستخدماً أمر النص TEXT .

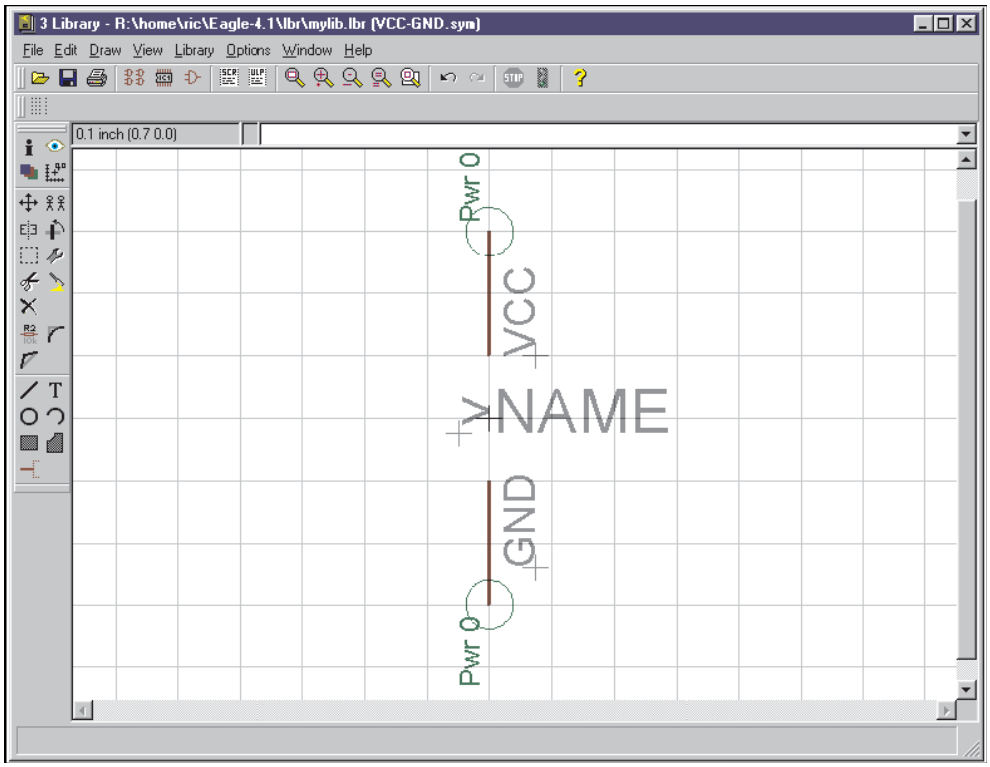
تحديد أماكن للاسمِ والقيمة

: Placeholders for NAME and VALUE

- لتعريف العنصر، استعملُ أمر النَصَّ TEXT في الرسم التخطيطي و كِتابَة

```
>NAME
```

في الطبقةِ رقم ٩٥، Names. ضِعْ النَصَّ في موقع مناسب. ليس هناك تحديد أماكن ضرورية للقيمة هنا ، شكل (٣١).



شكل (٣١) يوضح محرر الرمز : رمز التغذية

١٠-١١ تعريف النبيطة :

ارتباط و إسناد الأغلفة والرموزِ لتكوين النبيطة Device :

نصل الآن إلى الخطوةِ النهائيةِ، و هو تعريف النبيطة Device . أي إعداد للنبيطة هو عبارة عن مشاركة بين متغيرات الرموز مع الأغلفة لتكوين العناصر الحقيقية.

تتكون النبيطة من عدة عناصر، حيث تستخدم نفس الرموز للدائرة التخطيطية و لكن تختلف في التكنولوجيا أو الغلاف . يتم تعريف النبيطة أو مكونات العنصر كما يلي :

- اختر الرمز أو الرموز، و قم بتسميتهم وحدّدُ الخواص
- خصّصُ الغلاف أو الأغلفة أو حدّدُ المغايراتَ
- ربط أو إسناد الأطراف الدبوسية إلى الوسائد باستعمال الأمر Connect
- عرّفُ التقنياتَ (إذا كانت مطلوبةِ / ضرورية)
- حدد الحرف البادئ وقيمةِ

- صِفُ النبيطة

- قم بالنقر على أيقونة تحرير النبيطة Edit . وأدخل الاسمَ للنبيطة على حقل New.

في مثالِنا هذا هو العنصر 541032A. هذه النبيطة تستخدم في نوعين مختلفين من التكنولوجيا، كما في العنصر 54**AS**1032A و 54**ALS**1032A .

- تستخدم النجمة كمحدد مكان عند موقع مناسب في اسمِ النبيطة لتَمْثيل التقنيات المختلفة. أدخل، لذا، الاسم 54*1032A ، وأكد السؤالَ لإنشاء النبيطة الجديدة 54*1032A ؟ بالإجابة بنعم Yes . يتم فتح نافذة محرّرِ النبيطة Device Editor .

اختيار الرموز :

أولاً استخدم أمر الإضافة ADD لجَلْب الرموزِ التي تنسب إلى هذه النبيطة. تفتح النافذة التي فيها كُلّ الرموز متوفرة في المكتبةِ الحاليةِ الظاهرة. قم بالنقرْ مرتين على رمز ٢-input_positive_or و ضعه أربعة مرات. انقر مرة ثانيةً على أيقونةِ الإضافة Add، واختر رمز ' VCC-GND ' مِنْ القائمة. ضِعْ هذه أيضاً في منطقةِ الرسم.

تسمية البوابات المنطقية :

أي رمز مستعملُ في النبيطة device يكون معروفاً كبوابة منطقية gate . حيث يتم توليد التسمية الخاصة بهم آلياً (G$1, G$2 الخ.). هذا الاسمِ لا يظهر عادة على الرسم التخطيطي.

على الرغم من هذا، من المفيد تَخصيص أسماءِ فردية للبوابة المنطقية عندما تتركب العناصر من عدد من البوابات المنطقية. لتَمييز بوابات OR المنطقية الفردية، استخدم الأمر NAME لتَعديل أسماءِ البوابَة. خصّصْ الأسماء A و B و C و D ، و قم بتسمية بوابة التغذية الكهربائية P .

تحدّيدْ مستويات الإضافة ومستويات التبديل

Specify the Addlevels and Swaplevels :

يمكن استخدام مستوى الإضافة addlevel لتَحديد كَيفية إتمام وضع البوابات في الرسم التخطيطي بواسطة الأمر ADD . يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تَرى مستوى الإضافة addlevel الحالي لكُلّ بوابة مكتوبة أعلى اليسارِ في الطبقةِ رقم ٩٣، Pins.

- قم بتخصّيصْ مستوى إضافة addlevel تال Next للبوابات من A إلى D، و مستوى إضافة addlevel مطلوب Request إلى بوابة التغذية الكهربائيةِ. قم بعمل هذا بالنَقْر على أيقونةِ التغييرَ CHANGE ، باختيار مدخل Addlevel، وبعد ذلك اختارُ القيمةَ المطلوبةَ لبوابة. ثم انقر على البوابِة التي تُريدُ تَغْييرها.

هذا يَعْني بأنّه طالما أن البوابة المنطقية OR تم وضعها في الرسم التخطيطي، فإن التالية يتم ربطها لمؤشر الفأرة. كُلّ أربعة بوابات منطقية يُمْكِنُ أَنْ تُوْضَعَ الواحدة تلو الأخرى. البوابة للقدرة الكهربائية لا تظهر آلياً. يُمْكِنُك أَنْ تجلبه، على أية حال، إلى الرسم التخطيطي إذا كان ضروري، باستعمال الأمر Invoke. المعامل Addlevel مَوْصُوفُ بالتفصيلِ الكاملِ في الجزئيةَ المعنونة بالعنوان "المزيد عن معامل مستوى الإضافة"سابقاً.

- يحدد مستوى التبديل swaplevel لأى من البوابات المنطقية للنبيطة ويمكن أن تستبدل خلال الرسم التخطيطي. إنّ القيمةَ التي تُعد حالياً - مثل مستوى الإضافةaddlevel -يتم عَرضَها أعلى اليسارِ في الطبقةِ رقم ٩٣، Pins، لكُلّ بوابة منطقية.

إن القيمة الأصلية (القياسية) التي تساوي صفراً، تعْني بأنّ البوابَات المنطقية قَدْ لا تُتبادلُ. و يجدر بالذكر أن مستوى التبادل swaplevel يمكن أَنْ يَأخُذَ القيمة مِنْ ٠ إلى ٢٥٥. و أن البوابات المنطقية بنفس مستوى التبادل swaplevel يُمْكِنُ أَنْ تتبادلَ مع بعضها البعض.

النبيطة device التي نقوم بدراستها الآن، تشْملُ أربعة بوابات منطقية متماثلةِ والتي ربما أن تُتبادّلُ معاً. قم بالنقر على أمر التغييرِ CHANGE ، اختارُ إدخال مستوى

التبديل Swaplevel، وادْخلُ القيمةَ ١. قم بالنقر على الأربعة بوابات النوع OR . نَصّ المعلوماتَ في الطبقةِ ٩٣، Pins، يتغير بالتناظر.

اختيار مغايراتِ التغليف

: Choosing the Package Variants

في نافذةِ محرّرِ النبيطة Device Editor ، قم بالنْقرُ على الزرِّ New في أسفل الجانب الأيمن. يتم فتح النافذة التي تقوم بعرض الأغلفة المعرفة في هذه المكتبةِ. اختر التغليف DIL-14 وأعطه اسمَ الإصدار J . ثم انقر على موافق OK .كرّرْ هذا الإجراءِ، واختر التغليف LCC-20، وأعطه اسمَ الإصدار FK .

في القائمةِ على اليمين سَتَرى الآن مغايراتَ التغليف المُختَارةِ ، مَع تمثيل بسيط للأغلفة المختارة أعلاه. قم بالنَقْر على مدخل مغاير تغليف بالزرِّ الأيمن للفأرة سَوف يفتح قائمة السياقِ context menu. وهذا يَسْمحُ بإمكانية حذف المغايراتِ، أو إعادة تسمية أو الإنشاء حديثاً، أو إمكانية تعريف تقنيات، أو إمكانية استدعاء الأمر Connect.

كلا المدخلين يتم ملاحظتهما بواسطة رمز أصفر بعلامةِ تعجّب. هذا يَعْني بأنّ تخصيص الأطراف الدبوسية و الوسائد لحدّ الآن لَمْ (بالكامل) تنفذ بعد.

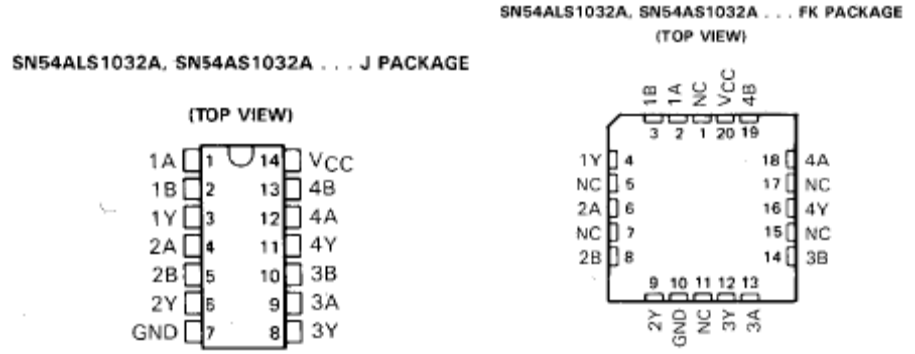
افترض أنك لا تَجِدُ مغايرَ التغليف الملائم في المكتبةِ الحاليةِ فإنك قَدْ تَستعملُ الأغلفة مِنْ مكتبةِ أخرى. استعمل أمر التغليف PACKAGE لنَسْخ التغليف إلى المغايرِ الحاليِ ولتَعريف المغاير الجديد.

مثال : `PACKAGE DIL14@d:\eagle-4.1\lbr\dil.lbr J`
هذا الأمر يقوم بنسخ التغليف المسمى DIL14 من dil. lbr إلى المكتبة الحالية. بشكل آني المغاير J يتم توليده للعنصر العملي.

الأمر Connect :

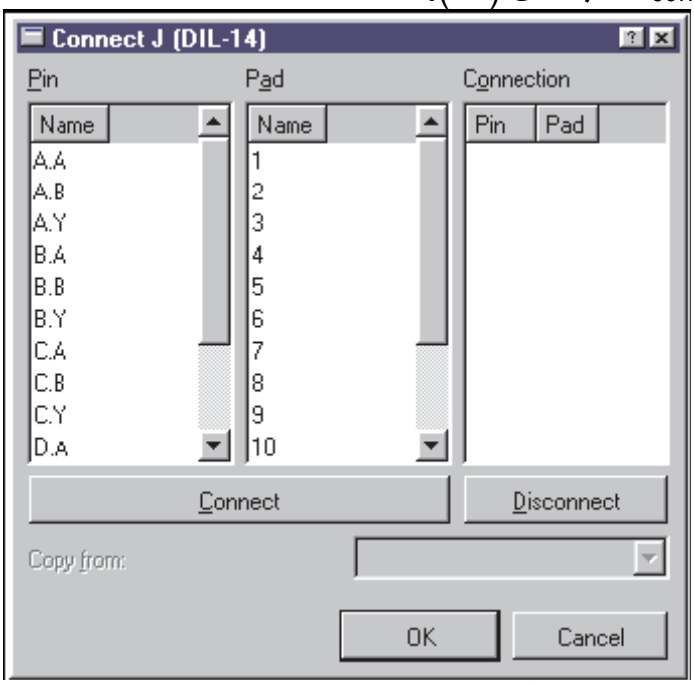
هذا الأمر يَجِبُ أَنْ يكُونَ الخطوةَ الأكثر أهميةً في تعريفِ المكتبةَ. يقوم الأمر CONNECT بتخصّيصَ كُلّ طرف دبّوسي معين إلى وسادة معينة. حيث أن الطريقة التي بها يتم تحويل الوصلات الشبكية nets في الرسم التخطيطي إلى خطوطِ إشارات signal lines في تخطيطِ اللوح (الرسم التنفيذي) يتم تعَرَّيفُها هنا. كُلّ وصلة شبكية net

في طرف دبّوسي تَعمل على إنشاء خَطّ إشارة عند الوسادة. تخصيص الطرف الدبوسي للعنصر ٥٤١٠٣٢ تم تحدّيدُه في ورقِ البيانات data sheet كما بالشكل (٣٢). قم بفحص التُوصيلُ connects في المكتبة بعناية. الأخطاء التي قَدْ تَمْرُّ بدون ملاحظة هنا يُمْكِنُ أَنْ تَجْعلَ تخطيطَ اللوح (الرسم التنفيذي) عديم الفائدة.



شكل (٣٢) تخصيص الأطراف الدبوسية للأغلفة

اختر الإصدار J مِنْ قائمةِ التغليف وانقر على الزر Connect . يتم فتح نافذةً التوصيل connect window كما بالشكل (٣٣).



شكل (٣٣) صندوق حوار CONNECT

قائمةَ الأطراف الدبوسية على اليسار، و الوسائد في المركز. قم بالنقر على مدخل الطرف الدبوسي، واختر الوسادة المرافقة. نجد أن كلا من المدخلين قد تم وضع علامة عليهما الآن. قم بربطهما معاً بزر التوصيل connect. يَظْهرُ هذا الزوجِ الآن على اليمين، في عمودِ التّوصيلَ Connection . قم بربط كُلّ طرف دبّوسي إلى وسادتِه طبقاً لورقِ البيانات. قم بإنهاء التعريفَ بالنَقْر على موافق OK.

قم بتعريف التوصيلات connections للإصدار الثاني للتغليف، FK، بنفس الطريقة. اختر الإصدار version ، وأنقر على زرِّ التوصيل Connect. يظهر صندوق الحوار العادي في نافذة التوصيلُ. نفذ بالضبط كما تم وُصِفَه سابقاً. رجاءً لاحظْ أنّ ستّة وسائد لَمْ يتم تُوصَيلْها في هذا الإصدار. وهم موجودون أعلى اليسار في عمودِ الوسادةَ. قم بإنهاء العمليةَ بالنَقْر على موافق OK .

هناك الآن نقطة خضراء على يمين كلا من مغايرات التغليف، وهذا يُشيرُ بأنّ الاتصال قد تم بالكامل. وهذا حقيقي فقط عندما يكون كُلّ طرف دبّوسي يتم توصَيلُه إلى وسادة.

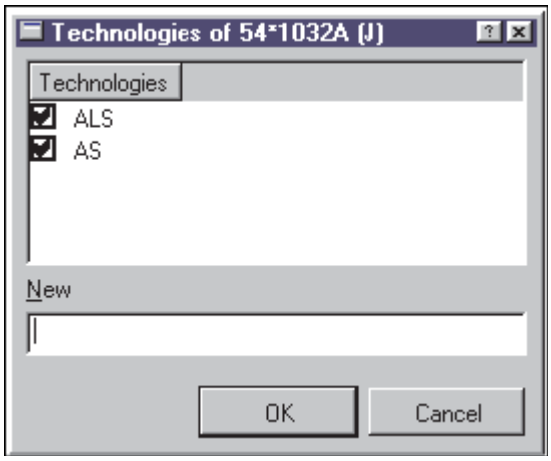
يَجبُ أَنْ يُوصَلَ طرف دبّوسي واحد إلى وسادةِ واحدة بالضبط! لَيسَ من الممكن توصيل عِدّة أطراف دبوسيه على وسادة مشتركة! أي نبيطة قَدْ تحتوي على وسائد أكثرَ مِنْ الأطراف الدبوسية، ولَيسَ العكس! الأطراف الدبوسية التي يوضع عليها الملاحظة NC (أي أنها ليست موصولة بأي شيء) يجب أنْ تُوصَلَ إلى وسادة!

تعريف التكنولوجيات Defining Technologies :

كما لوحظ أعلاه، أن العنصر ٥٤١٠٣٢ كان قد استخدم في تكنولوجيتين مختلفتين - المعروفتين بالمختصرين AS و ALS. بتَضْمين علامة النجمة (*) كمحدد مكان placeholder في اسمِ النبيطة device فإننا قد نستخدم الخطوة الأولى في اتجاه هذا. في الرسم التخطيطي سوف يظهر كود التكنولوجيا المختارة بدلا من (*). صفحة البيانات data sheet الخاصة بالعنصر توضح أنّ كلا من التكنولوجيتين متوفرة في كلا من التغليفين.

اختر التغليف J مِنْ القائمةِ list على يمين نافذةِ محرّرِ النبيطة Device Editor . ثم انقر على التقنياتِ Technologies في صندوقِ الوصفَ description box . و على ذلك يتم فتح نافذة التكنولوجيات. عرّفْ التكنولوجيا في نافذة New، وقم بتأكيد الدخول بكلمة

موافق OK . عندما يتم إتمام الدخول بالكاملَ، فإن كل من مدخلى AS و ALS قد تم تنشيطهما بالنقر عليهما كما بالشكل (٣٤).



شكل (٣٤) تكنولوجيات التغليف الإصدار J

أغلق النافذةَ بالنَقْر مرة أخرى على مفتاح موافق OK . اختر إصدار FK مِنْ قائمةِ التغليف. انقر على التكنولوجيات Technologies في صندوق الوصفِ مرة ثانيةً. وسَتَرى الآن أنّ AS و ALS متوفرين كاختيارات في نافذةِ التكنولوجيات. قم بتنشّيطْ كلا منهم بالنَقْر في الصندوقِ الصغيرِ الموجود على اليسارِ، فتظهر العلامة. قم بإنهاء التعريف بالنَقْر على موافق OK .

إنّ التكنولوجيات المتوفرَ لإصدار التغليف المختار تكون قد أضيفت للقائمة الآن في منطقةِ الوصفَ من محرّرِ النبيطة Device Editor .

تحديد البادئةِ Specifying the Prefix :

يتم تعريف بادئةَ اسمِ النبيطة بسهولة بواسطة النَقْر على زر البادئةِ. IC سَتدْخَلُ في هذا المثالِ.

القيمة Value :

إعداد القيمةِ يُحدد أى أمر VALUE يُمكنُ أَنْ يَكُونَ مستَعملُ لتَعديل قيمةِ النبيطة في الرسم التخطيطي وفي تخطيط اللوح (الرسم التنفيذي). إنّ الإعداد الأصليَ (القياسي) يكون مغلقاً، حتى لا يتم تعديل غير مسْمَوحُ له. حيث أن ذلك يَبْدُ ملائم هنا أيضاً، قيمة تترك مغلقة. تناظر القيمةُ للعنصر العملي اسمَ النبيطة في هذه الحالةِ.

الوصف Description :

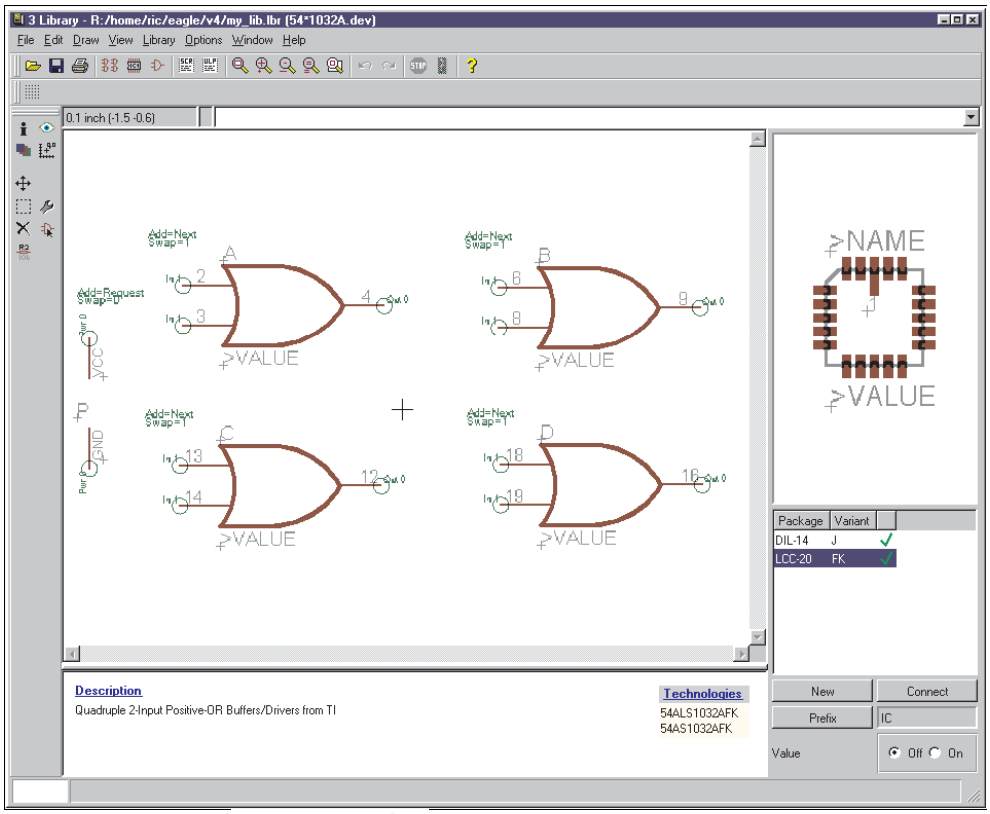
قم بالنقر على الوصفِ Description في صندوقِ الوصفَ. يمكنك إدخال وصف النبيطة في النافذةِ التي تم فْتحها الآن. استعمل مصطلحات مثاليةَ التي ربما تطبقها ككلمات دليلية للبحث. وسيلة البحثَ عن أمر الإضافة في الرسم التخطيطيِ سَيَبْحثُ أيضاً خلال هذا النَصّ.

يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ صيغةَ نَصٍّ ريتش Rich Text . هذا مَوْصُوفُ في نظامِ طلب المساعدةَ تحت نص ريتش للكلمة الدليلية .
وهو يبدو كما يلي:

```
<b>541032A</b>
<p>
Quadruple 2-Input Positive-OR Buffers/Drivers
from TI.
```

و بذلك نكون قد قمنا بتعريف النبيطة كما تظهر بالشكل (٣٥).

التسجيل Save :
هذا يُكملُ تعريفَ إعداد النبيطة . إذا لم تكن قد قمت بتسجيل المكتبة، من فضلك قم بذلك في هذه المرحلة.



شكل (٣٥) محرر النبيطة : 54*1032A.dev

١٠-١٢ جهود التغذية Supply Voltages :

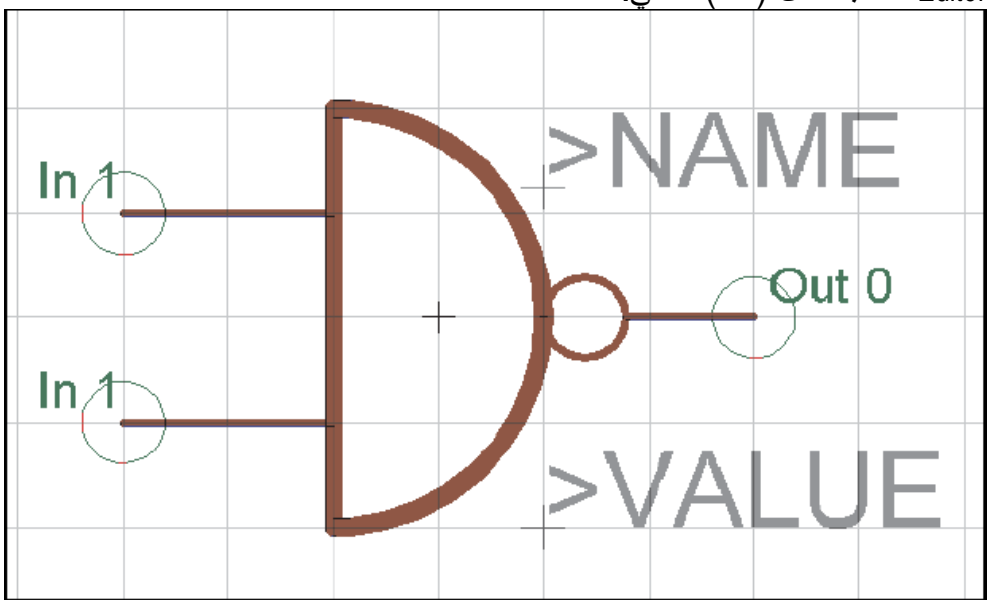
١٠-١٢-١ الأ خراف الدبوسية لتغذية القدرة للعنصر :

الأطراف الدبوسية لتغذية العناصر تعطي علام بالمختصر Pwr في تعريف الرمز. يُحدد اسمُ الطرف الدبوسي اسمَ إشارةِ التغذية. الأطراف الدبوسية التي تأخذ العلامة Pwr والتي لَها نفس الاسم يتم توصيلها آلياً معاً (حتى عندما لا يوجد خَطَّ شبكي ظاهر بشكل واضح). سواء الأطراف الدبوسية مرئية في الرسم التخطيطي أَو تجَلبَ بواسطة بوسائل الرمزَ المخفى تكون أيضاً لَيسَت ذو علاقةَ.

أ خراف التغذية الدبوسية الغير ظاهرة
: Invisible Supply Pins

نحن لا نُريدُ كَقاعِدَةٍ عامة أن يتم رسم وصلات التغذية للعناصر المنطقية logic components أو مكبرات التشغيل operational amplifiers في الرسم التخطيطي. في مثل هذه الحالةِ هناك بعض الرموز المعيّنة يتم تعَرَّيفها. وهذا يُمكنُ دراسته بمثالِ للعنصر 7400 TTL :

تُعرّفُ أولاً بوابة NAND بالاسمِ 7400، والخواص التالية في محرّرِ الرمزَ Symbol Editor كما بالشكل (٣٦) التالي:

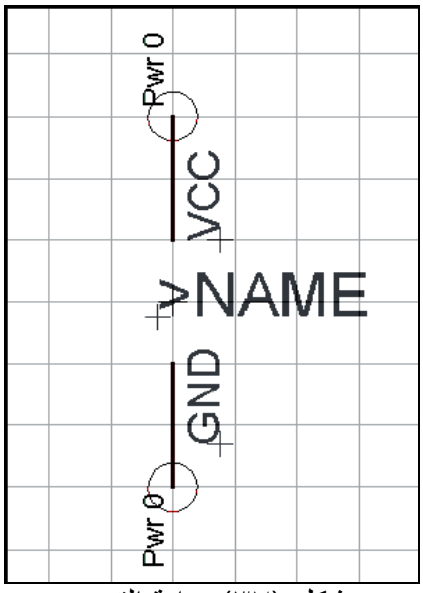


NAND symbol 7400 (European representation)

شكل (٣٦)

يعرف دبّوسي الدخل I0 و I1 وعامة بالمختصر In ، و مستوى التبديل swaplevel 1، والطرف الدبّوسي Pin المرئي و الوظيفة لا شيء None. و يسمى طرف دبّوسَ الخرج O ويتم تعَرَّيفُه بالمختصر Out ، و مستوى تبديل swaplevel 0، و طرف دبّوسي مرئي، ووظيفةِ Dot .

تُعرّفُ بوابُة التغذية الآن بالاسمِ PWRN كما بالشكل (٣٧)، والخواص التالية:



شكل (٣٧) بوابة القدرة

يطلق على الطرفين الدبّوسين الاسم GND والاسم VCC . و يتم تعريفهما بالمختصر Pwr ، ومستوى تبديل swaplevel 0، و وظيفة لا شيئ None ، ووسادة Pad ظاهرة.

الآن قم بإنشاء النبيطة 7400 في محرّر النبيطة Device Editor :

حدّدْ التغليف بالأمر PACKAGE (الذي يَجِبُ أَنْ يكُونَ موجود في المكتبة) واستعمل البادئة PREFIX لتحدّيدَ بادئةَ الاسمَ كـ IC. استعمل الأمر Add لوَضْع رمز العنصر 7400 أربعة مراتَ، مَع مستوى إضافة addlevel جاعلاً إعدادها التالي Next و مستوى التبديل swaplevel إلى القيمة ١. ثمّ قم بتسمية البوابَات بالحروف A و B و C و D بالأمر NAME.

مستوى الإضافة addlevel التالي Next يعني أنه كلما تم وضع هذه البوابات في الشكل التخطيطي، فإنهم سوف يكونوا مستخدمين في هذا التعاقب، وبمعنى آخر: التعاقب الذي به يتم جلبهم إلى النبيطة device .

ثمّ ضِعُ رمز PWRN مرّة، مستعملاً مستوى إضافة addlevel مطلوب Request و مستوى تبديل0 swaplevel . قم بتسمّية هذه البوابِة P . يُحدّدُ طلبُ مستوى الإضافة Addlevel Request الشيئان:

- سوف يتم جلب بوابة التغذية فقط إلى الشكل التخطيطي إذا كانت مطلوبةً، وبمعنى آخر: بالأمر Invoke. بينما الأمر Add سَيَكُونُ فقط قادر على وَضْع بوابِات NAND .

• بوابة التغذية سوف لا تُتضمّنُ متى يتم وضع الأسماءَ إلى الشكل التخطيطي. بينما الدائرة المتكاملة IC بالبوابتين التاليتين تَظْهرانِ في الشكل التخطيطي كشيء مثل IC1A و IC1B ، أى دائرة متكاملة IC ببوابة واحدة تالية Next-gate و بوابة مطلوبة Request-gate واحدة سوف يتم تعريفها فقط كدائرة IC1 .

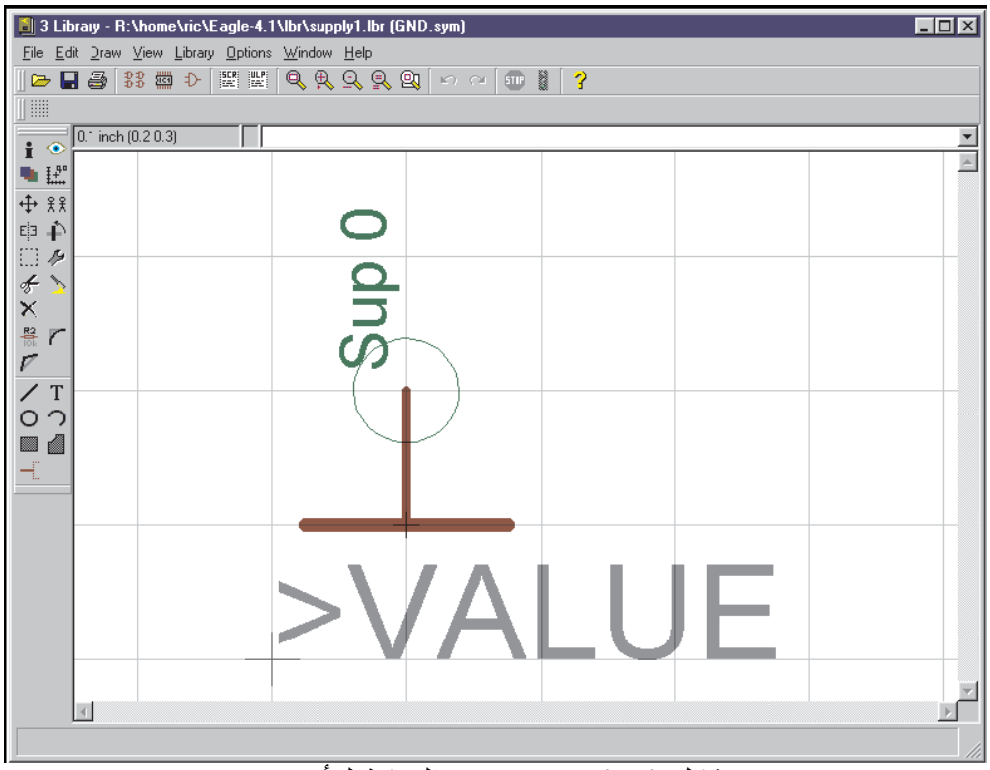
لذا استعملُ الأمر Connect لتَعريف الوسائد التي تنتهي إليها الأطراف الدبوسَية للتغذية.

١٠-١٣ رموز التغذية Supply Symbols :

رموز التغذية، مثل التي ربما تستَعملُ في الشكل التخطيطي لتمثيل الأرضِي أَو VCC ، يتم تعريفهما كعناصر بدون تغليف. و يكونوا مطلوبين للتوصيل السلكي الآلي لوصلات التغذية.
الشكل التالي يُوضح رمز GND كما هو مُعَرَّفُ في أحد مكتبات برنامج EAGLE. لاحظ أنه عند تعريف رموز تغذيتك الخاصة، نجد أن الطرف الدبوسي و النبيطة يحتاجا أن يتوافقا.

يتم تعريف الطرف الدبّوسَي بالمختصر sup و له اسم GND. وهذا يحدّدُ النبيطة التي تحتوي هذا الرمزِ الذي يكون مسئول عن التوصيل السلكي الآلي لإشارةِ GND. متغيّر النَصَّ للقيمةِ (>VALUE) مُختَارُ للبطاقة النصية labeling . يستلمُ أيضاً النبيطة الاسمَ GND. لذا فإن العلامة GND تظْهرُ في الشكل التخطيطي، حيث بواسطة القياسي لبرنامج EAGLE يستخدم اسم النبيطة للقيمة.

من المهمُ جداً أن التعريف يُعيدُ إنتاج أسماءَ الطرف الدبّوسَي، حيث لا يعرف المستعمل أى إشارة تكون موصولة آلياً.
إنّ معامل الطرف الدبّوسَي مرئيَ Visible يكون معداً للإغلاق Off، حيث الوَضْع، والتوجيه والمقاس لاسمِ الطرف الدبّوسَي لَنْ يَكُون قابل للاختيار بحرية.



شكل (٣٨) يوضح رمز التغذية للأرض

كتابة النص GND مباشرة لتعريف هذا الطرف يمكن أيضاً أن يكون ممكناً هنا كما بالشكل (٣٨). بالحَلِّ المُختَارِ على أية حال، يمكن استخدام الرمز في نبائط مُخْتَلِفةِ (مثل DGND الخ.).

وكما تم شرحه سابقاً، تقوم النبيطة باستقبال اسمَ الطرف الدبّوسِي المستخدم في الرمز. يتم تعريف النبيطة المناظرة بمستوى الإضافة التالي Next . إذا وَضعتَ قيمةَ للإغلاق يُمكنُك أَنْ تَكُونَ متأكّد بأن التعريف لا يَتغيّرُ عرضياً. من الناحية الأخرى، يكون لديك مرونةُ أكثرُ بإعداد القيمةِ لحالة التشغيل. يُمْكِنُك أَنْ تُعدّلَ العلامةَ إذا كان لديك، على سبيل المثال، جهد أرضي ثاني. يَجِبُ عليك أَنْ تنشئ، على أية حال، توصيلات شبكية واضحةَ للأرضِ الثانيةِ.

الدليل السريع لتَعريف رمز التغذية:

- قم بإنشاء رمز جديد في المكتبةِ
- ضِعُ الطرف الدبّوسَي، مع كتابة مختصر يدل على التغذية
- اسم الطرف الدبوسي يناظر اسم الإشارة
- محدد مكان القيمة placeholder

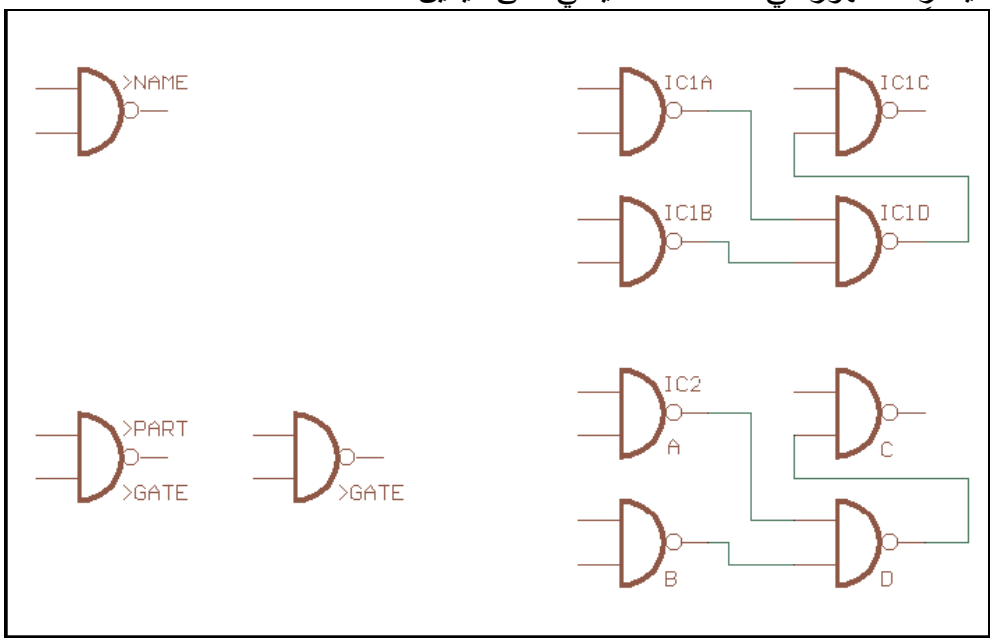
- انشاء نبيطة جديدة
- اسم النبيطة هو اسمُ الإشارة
- تخصيص التغليف لَيس ضروري

١٠-١٤ البطاقة النصية على الرموزِ التخطيطيةِ

Labeling of Schematic Symbols :

هذا البرنامج مزود بإمكانيات متغيّرات النَصَّ NAME > و VALUE< لتعريف التغليف والرموز التخطيطية. حيث تم ايضاح كيفية استعمالها. هناك طريقتين أخيريتين حيث يُمْكِنُ أَنْ يستَعملا في الشكل التخطيطي: GATE< , PART >.

والشكل (٣٩) التاليُ يوضح استعمالهما، بالمقارنة مع NAME<. تعريف الرمزِ على اليسارِ، الظهور في الشكل التخطيطي على اليمين.



شكل (٣٩) يوضح كيفية كتابة النص على الرمز التخطيطي

في الحالةِ الأولى كُلّ الرموز تم تعريفها بالمسمى NAME<. في الحالة الثانيةِ، رمز البوابِة الأولى تم تعريفه بالمسمى GATE< and PART>، الثلاثة الأخرى بالمسمى GATE< فقط.

١٠-١٥ أ خراف دبوسيه بنفس الأسماءِ
Pins with the Same Names :

إذا أردت تَعريف عناصر لها عِدّة أطراف دبوسية بنفس المسمى، قم بما يلي. دعنا نَفترضُ أنّ ثلاثة أطراف دبوسَية تم تسميتهم بالمختصر GND . أثناء تعريفِ الرمزَ، فإن الأطراف الدبوسية يتم إعطائها الأسماءَ GND@1, GND@2 وGND@3 . فقط الحروف الموجودة في مقدمة الاسم و قبل العلامة "@" تكون ظاهرة في الرسم التخطيطي، وتم معالجة الأطراف الدبوسية هنا كما لو أنَّها كَانتْ كُلّها مسمّاة بالمختصر GND . على أية حال هذه الأطراف الدبوسِية لَيستْ بالضرورة مُرتَبِطة داخلياً أو تم توصيلها.

١٠-١٦ المزيد حول معامل مستوى الإضافة Addlevel :

مستوى الإضافة addlevel للبوابات المنطقية التي تم جلبها تحدد الأسلوب الذي فيه يتم جلب هذه البوابِات إلى الشكل التخطيطي، وتحت ظروف إمكان حذفها من الشكل التخطيطي.

الخلاصة :

Next : لكُلّ البوابات التي يَجِبُ أَنْ تُجْلَبَ على التعاقب (ومثال على ذلك: - البوابات NAND من الدائرة المتكاملة 7400). هذا أيضاً خيار جيد للنبائط المتكونة من بوابة وحيدة. يقوم الأمر Add بأخذ أولاً البوابات التالية Next-gates الغير مستعملة من العناصر الموجودة على الصفحة الحالية قبل افتتاحية عنصر جديد .

Must : للبوابات التي يَجِبُ أَنْ تَكُونَ موجودة إذا كان هناك بوابة أخرى مِنْ العنصر موجودة. مثال نموذجي: ملف الريلاى. يَجِبُ عدم حذف بوابات Must-gates قبل أن تكون كل البوابات الأخرى من هذا العنصر قد تم حذفها .

Can : للبوابة التي تكون مستعملة فقط كلما تطلب الأمر. في الريلاى ربما يكون تم تعريف نقط التماس بإمكانية Can مستوى الإضافة . في مثل هذا الحالةِ، نجد أن نقط التماس الفردية يُمْكِنُ أَنْ تجْلَبَ بشكل مُحدّد مَع الأمر INVOKE، ويُمْكِنُ أَنْ تحْذُف لاحقاً مَع الأمر DELETE .

Always : للبوابات التي سَتَكُونُ كقاعدة عامة مستعملة في الشكل التخطيطي طالما أن العنصر تم استخدامه على الإطلاق. مثال: نقاط تماس مِنْ ريلاى متعدد نقط

التماس، الذي منه قلة من نقط التماس تتْركُ غير مستعملة من حينٍ لآخر. نقاط التماس هذه يُمْكِنُ أَنْ تُزالَ بالأمر Delete، بشرط أن يكون تم تعريفها بمستوى الإضافة الدائم

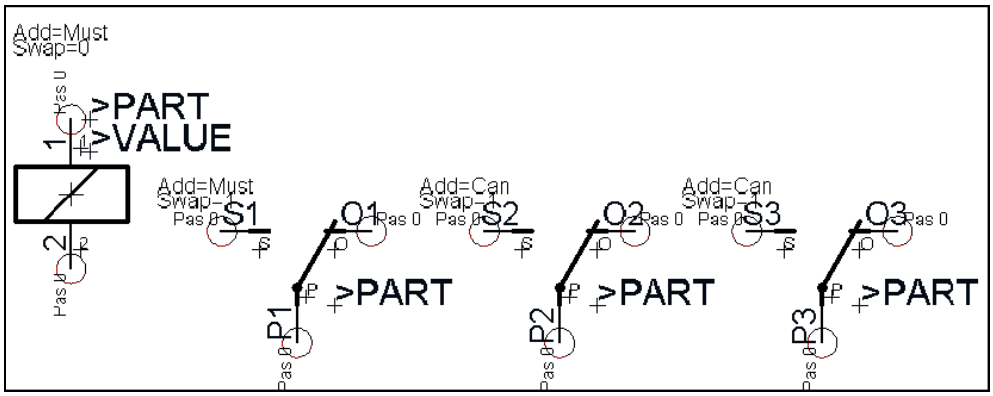
Request : فقط لبوابات تغذية العناصر. الاختلاف عنْ Can هو أَنها لَمْ تحْسَب في موقع الاسم. لذا أى عنصر عملي مَع Nextgate و Request-gate سوف لا تكون مسماة IC1A and IC1B

١٧-١٠ المرحل Relay :

الملف وأول نقطة تماس يجب أنْ يُوْضعا:

بفرض أنه تم تصميم المرحل (المجدد-المتمم-الريلاى) بثلاث نقط تماس، التي منها نموذجياً فقط سيتم استعمال نقطة التماس الأولى. قم بتعرّيفْ الملف ونقطة تماس واحدة كرموز خاصة بهم. في النبيطة، أعطي الملف و نقطة التماس الأولي addlevel Must. كُلّ نقاط التماس الأخرى يتم إعطائها addlevel Can.

إذا تم جْلب الريلاى إلى الشكل التخطيطي بالأمر Add كما بالشكل (٤٠)، فإن الملف ونقطة التماس الأولي يتم وضعهما. إذا كان سيتم وضع نقطة تماس أخرى، فإن هذا يُمْكِنُ أَنْ يتم بالأمر Invoke. الملف لا يُمْكن أنْ يُحْذَفَ لوحده. يَختفي الملف متى كان تم حذف كُلّ نقاط التماس (بْداية بأولئك المُعَرَّفِين مَع addlevel Can).

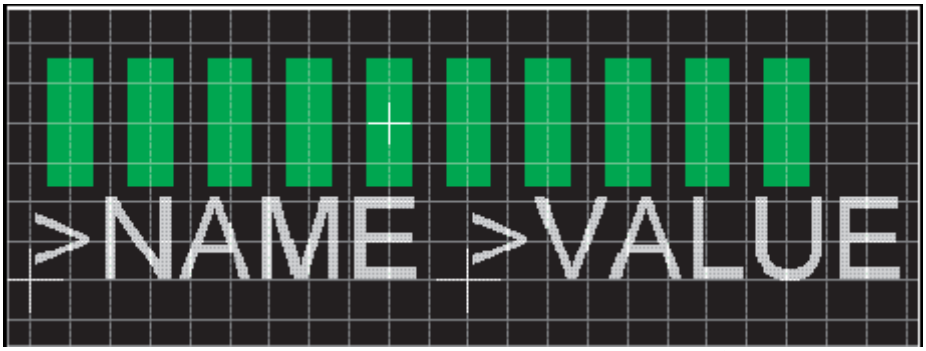


شكل (٤٠) يوضح مرحل بملف واحد و ثلاث نقط تماس

١٨-١٠ المقبس Connector :

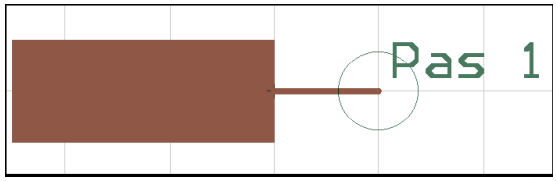
بَعْض أسطح الاتصال يُمكنُ أنْ تكُونَ مَحْذُوفة :

سيتم تصميم مقبس لوح الدائرة المطبوعة بطريقة عادية تظهر كل مساحات التماس . في بَعْض الحالاتِ قد يكُون مرغوباً حذف بعض مِنْ مساحات التماس. قم بتعرّيفْ تغليف ب١٠ عناصر سطحية كمساحات تماس كما بالشكل (٤١)، معطياً العناصر السطحية اسماء من ١ الى ١٠ .



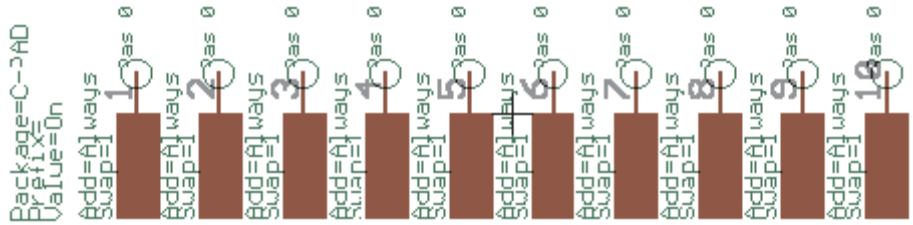
شكل (٤١) يوضح تغليف مقبس لوح دائرة مطبوعة

الآن قم بتعريف الرمز بتمثّيلُ مساحة تماس واحدة كما بالشكل (٤٢). بالإعداد المرئي للوسادة، لكي يتم تعريف الأسماء من ١ إلى ١٠، في التغليف، يَظْهرُ في الشكل التخطيطي.



شكل (٤٢) يوضح رمز المقبس للشكل التخطيطي

ثمّ اجْلبُ الرمزَ عشْرة مراتَ إلى نبيطة منشأة حديثاً، قم بإعداد مستوى الإضافة addlevel في كُلّ حالة إلى دائماً Always ، واستعملُ أمر التوصيل Connect – شكل (٤٣) لإنشاء الوصلات بين العناصر السطحية والأطراف الدبوسية. عندما تقوم الآن بجلبْ هذه النبيطة إلى الشكل التخطيطي، فإن كُلّ الوصلات تظهر طالما أنها موضوعة. الوصلات الفردية يُمْكِنُ أَنْ تُزالَ بالأمر Delete.

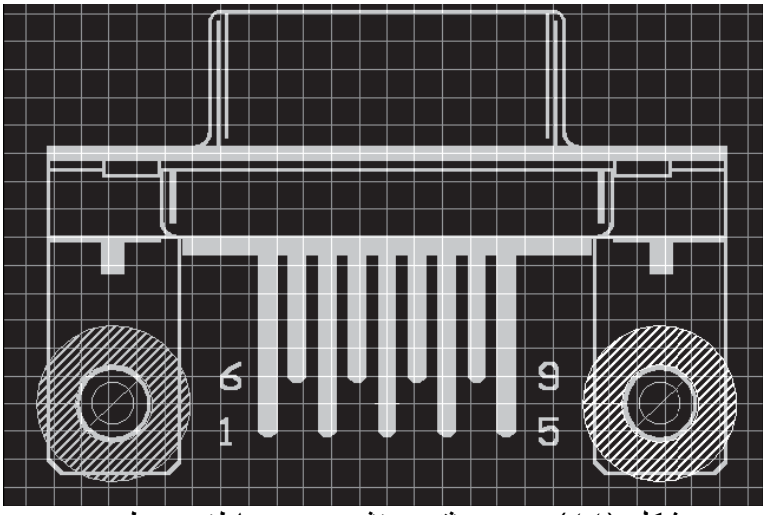


شكل (٤٣) بعد الإضافة ، كل التوصيلات يتم ظهورها على الشكل التخطيطي

١٠-١٨-١ مقبس بثقب تثبيت ومنطقةِ محرمة

Connector with Fixing Hole and Forbidden Area :

أي مقبس سَيُتم تعرّيفُه له فتحاتَ تثبيت كما بالشكل (٤٤) . على جانبِ اللحامَ (قاع)، يَجِبُ على الموجه الآلي Autorouter أَنْ يَتجنّبَ دفع المساراتِ بالقربِ من هذه الفتحاتِ بمسافة معينة.



شكل (٤٤) يوضح ثقوب تثبيت مع مناطق محظورة

يتم وضع الفتحاتَ المثقبة، بالقطرِ المطلوبِ، على التغليف باستعمال أمر الثقب HOLE . قطر الثقب يُمكنُ أَنْ يَكُونَ بشكل ذو أثر رجعي و ذلك بتَغيّيرَه بالأمر CHANGE DRILL .

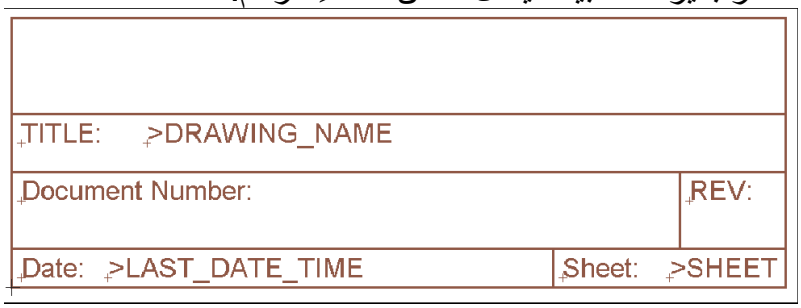
إنّ المنطقةَ المحرّمةَ أو المختفية للموجه الآلي Autorouter مُعَرَّفةُ في الطبقةِ رقم ٤٢، bRestrict ، باستعمال أمر الدائرةَ CIRCLE . لأسبابِ الوضوحِ التمثيلي تظهر الدائرةَ هنا مَع عرض يساوى صفر. الدوائر الهندسية ذات العرض يساوي صفر يتم مْلُوءها. في هذه الحالةِ تصبح لَيْسَ لَها تأثيرُ على الموجه الآلي Autorouter، حيث ربما لا توجه المسار خلال الدائرةِ الهندسية في اي حالة. هذه المناطقِ المختفية تكون أيضاً مأَخوذَة في الحسبان مِن قِبل المضلّع في الطبقةِ رقم ١٦، Bottom.

١٠-١٩ رسم إ خارِ منطقة الرسم

قَدْ تَكُون حقيقة أن تلك الإطاراتِ المرسومة لَيستْ عناصر، لَكنَّها يُمكنُ أَنْ تعرّفَ للرسم التخطيطي schematics كأدوات ليس لها تغليف ولا أطراف دبوسية – الشكل

(٤٥). مثل هذه الأدوات في مكتبةِ إطاراتِ برنامج EAGLE تَحتوي رمز تَتضمّنُ إطار بمقاس ملائمِ، وحقل توثيقِ، التي أيضاً تعرف كرمز.

في كلا الحالتين تقع نقطة التعريفَ في اليسارِ السفلي، لذا لا الإطار ولا حقل التوثيقَ سَيَكُونُ مختار بغير قصد بينما يعَمَل ضمن منطقةِ الرسم.



شكل (٤٥) متغيرات النص في منطقة التوثيق

متغيّرات النَصَّ :

>DRAWING_NAME،
>LAST_DATE_TIME
>SHEET

تكون مُحتَوية، بالإضافة إلى بَعْض النَصوص الثابتة. يَظْهرُ في ملف الرسم: الاسمُ وتاريخُ ووقتُ التغييرِ الأخيرِ عند هذه النقاطِ سوية مع عددِ الصفحات في الرسم التخطيطي (ومثال على ذلك: - ، ٣/٢ = صفحة ٢ من ٣). بالإضافة، يتوفر المتغيّرPLOT_DATE_TIME<. و هو يَحتوي على التاريخ ووقت الطبعةِ الأخيرةِ. كُلّ هذه متغيّراتِ النَصِّ يُمْكِنُ أَنْ تُوْضَعَ على الشكل التخطيطي، و على اللوح (باستثناء SHEET <).

تم تعريف الإطارَ في النبيطة مَع addlevel Next ، وحقل التوثيق مَع addlevel Must . هذا يَعْني بأنّ حقلَ التوثيقَ لا يُمْكن أنْ يُحْذَفَ طالما الإطار موجود (مفتوح).

هناك إطارات عرّفتْ كأغلفة متوفرة لمحرّرِ تخطيطَ اللوح Layout Editor الذي يُمْكِنُ أَنْ يُوْضَعَ حتى إذا كان هناك زوج من الرسم التخطيطي / تخطيطِ اللوح متسقين. هذه الإطاراتِ ليس لها أهمية كهربائية لأنها مُعَرَّفة بدون وسائد أَو عناصر سطحية smds.

٢٠-١٠ عناصر على جانبِ اللحامَ

: Components on the Solder Side

العناصر السطحية و ذات الأطراف أيضاً يُمْكِنُ أَنْ تُوْضَعَ على طبقة القمةِ أَو طبقة القاع للوح. لهذا السبب يقوم برنامج EAGLE بجْعلُ مجموعة سابقة التعَرَّيف من طبقات متوفر التي تنسب لجانبِ القمة (tNames, tValues،Top, tPlace, tOrigins الخ.) ومجموعة أخرى مِنْ الطبقاتِ تَنسب الى جانب القاع (Bottom, bPlace الخ.). العناصر السطحية تُعرّفُ دائماً في الطبقاتِ المرتبطة أو المصاحبة بالقمة.

في اللوح ، هذا النوع من العناصر يُنتَقلُ إلى الجانبِ المعاكسِ باستخدام الأمر مرآةَ MIRROR . لذا بالنقرِ على العنصر بالفأرة أَو إدخال اسمَ العنصر في نافذة كتابة الأوامر. هذا يُسبّبُ مكونات رسومية في طبقةِ القمة سَتُعْكَسُ إلى طبقةِ القاع، بينما كُلّ العناصر في طبقات t. . يتم انعكاسها إلى الطبقات b. .

إذا كان أحد الأوامر ADD أو COPY أو MOVE أو PASTE نشطاً فإن العنصر يمكن أن يعكس mirrored بواسطة النقر على الزر الأوسط للفأرة .

٢١-١٠ إنشاء مغايراتِ تغليف جديد

: Creating New Package Variants

أكثر العناصر مصنعة بمغايراتِ تغليف مُخْتَلِفةِ. افتَرَض انك لم تَجِدُ تغليف ملائم لعنصر عملي معين في إحدى المكتبات، فإنه من السّهل جداً تَعريف تغليف جديد.
لوَصْف هذا الإجراءِ بشكل واضح نُريدُ العَودة ثانيةً إلى مثال العنصر ٥٤١٠٣٢ مِنْ الفقرةِ ٨.٢. رجاءً أستشعرْ التفسيراتَ التي تَتعلّقُ بهذا الموضوعِ، بشكل خاص إذا وجد التغليف الملائم في المكتبةِ الحاليةِ .
مغاير التغليف الثالثِ الّذي سَيُصمّمُ هنا فقط يَعْملُ كمثالِ للممارسةِ ولا يقابلُ مواصفاتَ الصانع!

تغليف مِنْ مكتبةِ أخرى

: Package from Another Library

في الحالةِ الأكثر مناسبةً يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ التغليف الموجود في مكتبة أخرى. الطريق الأسهل لتَعريف مغايرِ تغليف جديدِ هو استعمال الأمر PACKAGE مباشرة في محرّرِ النبيطة Device Editor.

بعد البحث في كُلّ المكتبات، سواء في فرعِ المكتبات مِنْ التفريع الشجري بواجهة التحكم أَو بوظيفة المساعدة لأمر ADD في محرّرِ تخطيطَ اللوح (فقط هنا، ولَيسَ في المحرر التخطيطي، يُمْكِنُ للفرد أَنْ يَبْحثَ عن الأَغلفة)، من الممكن سَحْب & إسقاط التغليف مِنْ واجهة التحكم مباشرة إلى المكتبةِ. وكبديل يُمْكِنُك أَنْ تستعملَ أمر التغليف PACKAGE .

افتح المكتبةَ (هنا: my_lib.lbr مِنْ الفقرةِ ٨.٢) التي تَحتوي على النبيطة التي تُريدُ فيها تَعريف مغايرِ التغليف الجديدِ. على سبيل المثال، مِن قِبل القائمة المنسدلة File/Open/Library في واجهة التحكم. قم بالنقرْ على أيقونة Edit للنبيطة وإختَرْ النبيطة 54*1032A مِنْ القائمة المنسدلة. سيتم فتح محرّر النبيطة Device Editor.

- **تعرّيفُ مغايرُ التغليف Defining the Package Variant :**

المغاير الجديد يَجِبُ أَنْ يُسمّي اختبار Test. يَجِبُ أَنْ يكونَ للتغليف حَدّ أدنى يقدر بعدد ١٤ وسادةِ لأن كلا البوابتين معاً لَهما ١٤ طرف دبّوسُي. كَمِثال، نَأْخذُ التغليف SO14 مِنْ المكتبة smd-ipc.lbr .

إذا تم وضع كل من واجهة التحكم ونافذةِ محرّرِ المكتبةِ جنباً إلى جنب، قم باختيار التغليف SO14 وقم بسحبه & إسقاطه إلى المكتبَةِ المَفْتُوحةِ بنافذة المحرّرِ. بعد ترك زرِّ الفأرَة الذي سَتَسْألُ بواسطته اسم مغاير التغليف الجديد. أدخله وأَكّدْه بالنَقْر على الموافقة OK . إنّ المغايرَ الجديدَ يظهر الآن في قائمةِ التغليف.

من الممكن أيضاً تَعريف مغايرِ التغليف في محرّرِ النبيطة Device Editor مباشرة بأمر التغليف PACKAGE .
اكتب في نافذة الأوامر:

```
PACKAGE SO14@smd-ipc.lbr TEST
```

أو تضمن المسار (إذا كان ضرورياً)

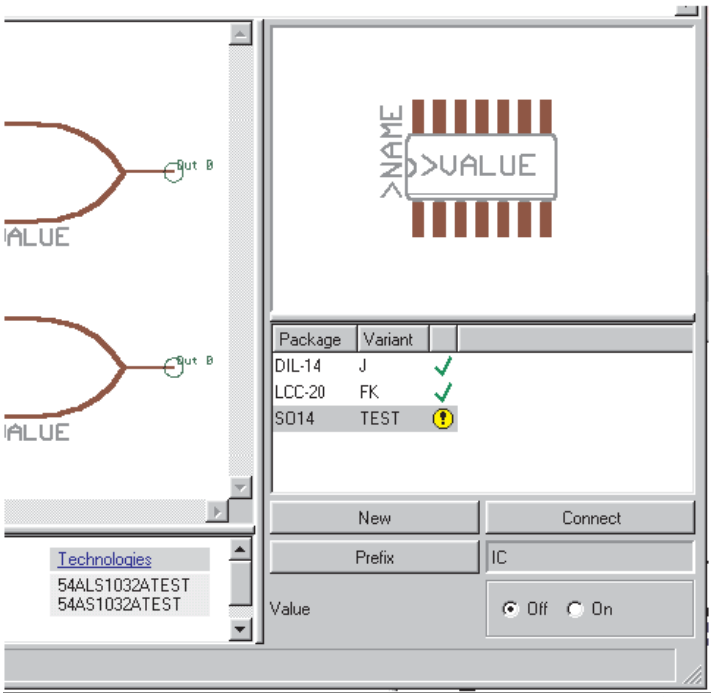
```
PAC SO14@d:\eagle-4.1\lbr\smd-ipc.lbr TEST
```

إذا كان المسار يَحتوي فراغاتَ تَتضمّنُ اسمَ المسار في إقتباساتِ وحيدةِ، على سبيل المثال:

```
PAC 'SO14@\With Spaces\smd-ipc.lbr' TEST
```

الآن على الجانب الأيمن السفلي لنافذةِ محرّرِ النبيطة تجد مدخل جديد للتغليف SO14 و يظهر اسم المغاير TEST . على اليسارِ يوجد علامة تعجّب سوداء على أرضِية

صفراءِ تظهر حيث تُشيرُ إلى أنه ليس هناك توصيلات بين الأطراف الدبوسِية والوسائد المعرفة بعد – الشكل (٤٦).



شكل (٤٦) يوضح محرر النبيطة : قائمة بمتغيرات التغليف

أمر التغليف PACKAGE يقوم بنسخ التعريفَ الكاملِ للتغليف إلى المكتبة الحالية ويجْعلُ المغايرَ الجديدَ متوفرِ مع الاسم المُعطى للعنصر العملي. إذا قرّرْت مَحْو تعرّيفَ مغايرَ حديثاً يُمْكِنُك أَنْ تَعمَلُ هذَا بالوظيفة إلغاء UNDO (بقدر الإمكان) أَو باستعمال قائمةِ السياقَ context لمدخل التغليف (نقرة على الزر الأيمن للفأرِة، يَقوم بحْذفُ مدخل).

- **أمر التوصيل Connect :**

انقر زرَّ التوصيل Connect الآن. تفتح نافذة Connect (انظر الصورةً بالصفحة ١٨٧). قم بالتوصيل بين الأطراف الدبوسية و الوسائد بالنَقْر على مداخل الطرف الدبّوسِي والوسادةِ المداخل المنسوبة سوية كما وُصِفتْ في الفقرةِ ٨.٢. من الممكن أيضاً لتهيئة توصيلات الطرف الدبّوسِي / الوسادةِ مِنْ إيجاد مغاير التغليف الموجود. في مثالِنا، التخصيص لا يختلفُ عن التغليف DIL14. لذا اخترُ مدخلُ DIL14 مِنْ النسخ Copy مِنْ: combo box.

بعد النَقْر على موافق OK يتم إنهاء أمر التوصيل Connect .

- **تعريف التكنولوجيات Defining Technologies :**

إنّ النبيطة رقم 1032A*54 متوفرُة في تكنولوجيتين(ALS و AS). اختر اختبار Test مغايرِ التغليف مِنْ القائمةِ الموجود على الجانب الأيمن السفلي لنافذة محرّرِ النبيطة Devcice Editor. أي نقرة على التكنولوجيات في حقلِ الوصفَ تفْتحُ النافذَة. بالنقرْ على الزرَّ جديدَ New وأبدأ التكنولوجيا ALS مَع النقر تالياً على موافق OK ، ومرة أخرى مع التكنولوجيا AS مَع النقر تالياً على موافق OK . كلا المدخلين يتم إيضاحهما مَع tag الآن. أي نقرة أخرى على الزرِّ موافق OK يقوم بغْلقُ النافذةُ ثانيةً.

- **التسجيل Save :**

إنّ تعريفَ مغايرِ التغليف يكون قد انتهى. الآن قد حان الوقت لتسجيل المكتبة.

١٠-٢٢ إستعمال تغليف معدل مِنْ مكتبةِ أخرى

Using a Modified Package from Another Library :

إذا لم يكن هناك تغليف ملائم لكن يوجد تغليف مشابه ومتوفر في مكتبةِ أخرى يَجِبُ أَنْ تَنْسخَ هذا التغليف في المكتبةِ الحاليةِ أولاً، ثمّ قم بتعدّيلْه، وأستعمله بعد ذلك كمغاير جديد للعنصر العملي.

- **نسخ التغليف Copying the Package :**

نُريدُ استعمال التغليف المسمّى بالمختصر SOP14 مِنْ المكتبة smd-ipc.lbr هنا. هذا التغليف يَجِبُ أَنْ يحصل على اسم جديد، MYSOP14 ، في المكتبةِmy_lib.lbr .

- **استعمال أمر النسخ COPY :**

اكتب في نافذة كتابة الأوامر لنافذةِ محرّرِ المكتبةَ Library Editor (لا يحدث شيء حيث نمط المحرّرِ نشيطُ) التالي:

```
COPY SOP14@smd-ipc.lbr MYSOP14
```

أو بالمسار كله

```
COPY SOP14@d:\eagle4.1\lbr\smd-ipc.lbr MYSOP14
```

إذا كان المسار يَحتوي فراغات استعمل quotes الوحيدةَ له، على سبيل المثال:

```
COPY 'SOP14@\P A T H\smd-ipc.lbr' MYSOP14
```

تفتح نافذة محرّرِ التغليف Package Editor و يُمْكِنُ أَنْ يعدّلَ التغليف عند الحاجة.

- **في واجهة التحكم :**

أولاً و قبل كل شيء قم بفْتحُ نافذة محرّرِ المكتبةِ Library editor بالمكتبةِ التي يَجِبُ أَنْ تحتوي على التغليف الجديد (File/Open/Library). لَيسَ من الضروريَ اختيار نمط تَحرير معين. الآن انتقل إلى واجهة التحكم (e. g. القائمة المنسدلة للنافذةِ) وقم بمد فرعَ المكتبات ألي الشكل الشجري.

اختر المكتبةَ التي تَحتوي التغليف المطلوب وقم باختياره. على النصْف الأيمن من واجهة التحكم يظهر عرض أولي عنْ التغليف الآن.

إذا تم ترتيب كل من واجهة التحكم ونافذةَ محرّرِ المكتبةَ بطريقة أن يكون كلا من النافذتين مرئيتين يُمْكِنُك أَنْ تُحرّكَ التغليف إلى نافذة المكتبةِ عند إبْقاءك الزرِّ الأيسر للفارة مضغوطاً. بعد ترك زرّ الفأرَة (سحب & إسقاط) فإن محرّر المكتبةَ سَيَكُونُ في نمط تحرير التغليف. إنّ التغليف يتم رؤيته هنا.

بدلاً من ذلك يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ النقر على الزر الأيمن للفأرة لفَتْح قائمة السياقِ context لمدخلِ التغليف في التفريع الشجري. اختر أمر النسخ إلى المكتبةِ Copy to Library now الآن. حاجات محرّرِ المكتبةَ لا تَكُونَ مرئية. الآن التغليف يُمْكِنُ أَنْ يتم تُعدّيلَه. يتم تهيئة اسمَ التغليف مِنْ المكتبة المصدر. لتَغيير اسمِ التغليف استخدم أمر Rename. لا تَنْسِ تَسجيل المكتبةِ.

- **تعريفُ المغايرِ Defining the Variant :**

نُريدُ تَعريف مغاير آخر للنبيطة في مثالِنا. انتقل إلى نمط تحرير النبيطة، على سبيل المثال، بواسطة القائمة Libraries/Device . تفتح نافذةَ التحرير. اختر المدخلَ A١٠٣٢*٥٤. إنقرْ موافق OK لفَتْح نافذة المحرّرِ.

استعمل الزرَّ New لتَعريف مغاير جديد. اختر التغليف MYSOP1 في صندوق حوارِ الاختيار واضغط إدخال، على سبيل المثال، TEST2 كاسم مختلف. بعد نَقْر موافق OK فيظهر مدخل جديد في قائمة التغليف

لإكْمال التعريفِ قم بتنفّيذُ أمر التوصيل Connect وتعرّيفُ التكنولوجيات Technologies (كما وُصِفتْ في الفقرةِ السابقةِ) الآن.

١٠-٢٣ تعريف الأغلفة في أيّ دوران

Defining Packages in Any Rotation :

يُمْكِنُ تعريف العناصر عند أيّ دوران مَع درجة تحليل ٠.١ درجةٍ في محرّرِ التغليف. عادة يتم تعريف التغليف في الوضع الطبيعي أولاً وإدارته بعد ذلك ككل. تعريف الأغلفة تم شرحه في هذا الفصلِ. هنا نُريدُ فقط التوسّعْ elaborate على دورانِ الأغلفة. يُمْكِنُ أَنْ تُعرّفَ الأغلفة عند أيّ دوران! الرموز التخطيطية يُمْكِنُ أَنْ تُدارَ بدرجة ٩٠ لكل خُطوة فقط!

إدارة أى تغليف ككل Rotating a Package as a Whole :

للرُجُوع إلى مثالِ هذا الفصلِ، برجاءً قم بفتحْ المكتبة my_lib.lbr وحرّرُ التغليف LCC-20. قم بعرضْ كُلّ الطبقات بالأمر DISPLAY ALL لتَأْكيد أن لديك كل الكائنات الرسومية مُدارة. الآن استعملُ أمر GROUP وقم برسم إطار حول كُلّ شيءِ. استعمل الأمر Rotate لإدَارَة المجموعةِ:

قم بالنْقرُ الآن على الزر اليسار للفارة إلى صندوقِ الزاوية Angle بشريط معاملات الأوامر و اكتب الزاوية المطلوبة. ثمّ استعمل النقر على الزر الأيمن للفأرة إلى المجموعة لتَعريف نقطةِ الدورانَ. يتم إظهار التغليف الآن في الزاويةِ المُعطيةِ. بدلاً عن ذلك يُمْكِنُك أَنْ تَعْملَ من خلال نافذة كتابة الأوامر:

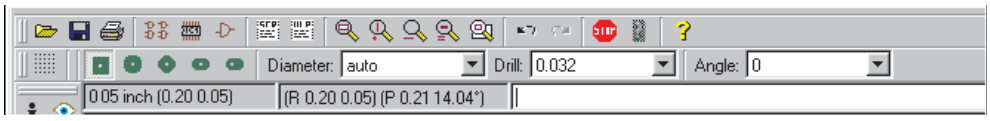
```
ROTATE R22.5 (> 0 0)
```

قم بإدارة ، على سبيل المثال، المجموعة المختارة سابقاً بالزاوية ٢٢.٥ ° أبعد حول النقطة (٠ ٠). العلامة > (قوس زاوية قائمةٍ) ضمن الأقواس للإحداثيات يُسبّبُ دورانَ المجموعةِ كاملةِ (كنقر على الزر الأيمن للفأرة على النقطةِ (٠ ٠) لتَعمَلُ).

أغلفة بترتيبِ شعاعي للوسادة

Packages with Radial Pad Arrangement :

من الممكن العَمَل بالإحداثيات القطبية لوَضْع الوسائد أَو العناصر السطحية في ترتيب اشعاعي. قم بوضع نقطة مرجعية مناسبة، على سبيل المثال، في مركز التغليف بالأمر MARK أولاً. نافذة كتابة الأوامر توضح الآن معلومات إضافية حول موقعِ المؤشّر – الشكل (٤٧).



شكل (٤٧) محرر التغليف : بيان المحاور النسبية و القطبية

القِيَم التي يشار إليها بحرف R هى عبارة عن قِيَمَ نسبيةَ منسوبة إلى نقطة مرجعية معدة سابقاً . أما القيمة المسبوقة بحرف P يُشيرُ إلى القِيَمِ القطبيةِ منسوبة إلى نقطة مرجعية.

المثال:

ثلاث وسائد سَتُوْضَعُ على محيط دائرة بنصف قطر يساوي ٥٠ مليمترِ. مركز الجزء يكون عند الموقعِ (٠ ٠).

```
GRID MM;
MARK (0 0);
PAD '1' (P 50 0);
PAD '2' (P 50 120);
PAD '3' (P 50 240);
```

بالاعتماد على شكلِ الوسادةِ المستعملِ فإنه ربما يَكُون مفيدَ وَضْع الوسائد مدارة (على سبيل المثال للوسائد الطويلةِ أَو العناصر السطحية). من الممكن إدخال الزاويةِ مباشرة في شريط معاملات الأوامر أَو في نافذة كتابة الأوامر بينما أمر الوسادةَ PAD أَو أمر العناصر السطحية SMD نشيطاً.

مثال :

```
GRID MM ;
MARK (0 0);
PAD '2' LONG R120 (P 50 120) ;
```

١٠-٢٤ المكتبة وإدارة الأجزاءِ

نسخِ عناصرِ المكتبةِ

خلال المكتبة Within a Library :

إذا كنت تُريدُ استعمالِ رمز أَو تغليف حيث أنه موجود بالفعل بطريقة متعلقة بتعريف النبيطة فإنه يُمْكِنُك أَنْ تَنْسخَه ضمن المكتبةِ بالأوامرَ GROUP و CUT و PASTE . بعد ذلك يُمكنُ تعديله كما هو مطلوب. تُوضّحُ الأجزاء التاليةُ كُلّ خطوة منفردة بمساعدة المثال أَخذ تغليف مِنْ linear.lbr .

فتح المكتبة Open Library :

استعمل القائمةَ المنسدلة File/Open/Library في واجهة التحكم لفَتْح المكتبةِ linear.lbr أو اختيار مدخل وظيفة الفتح Open مِنْ قائمةِ السياق context من التفريع الشجري الممتد لفرع المكتبات.

تحرير عنصر موجود Edit Existing Element :

افتح نافذةَ التحرير Edit بواسطة القائمة Library/Package واختر التغليف DIL08 . بعد النَقْر على موافق OK فإنه يرى في نافذةِ محرّرِ التغليف Package Editor . استخدم الأمر DISPLAY لرؤية كُلّ الطبقات.

قم برسم إطار حول كل الكائنات الرسومية لنْسَخَها بالأمر GROUP . الآن قم بالنْقرُ على أيقونةُ القطعَ CUT يتلو ذلك النقر على الزر الأيسر للفأرة عند المجموعةِ. بدلاً عن أَنْك قَدْ تَدْخلُ النقطة المرجعية في نافذة كتابة الأوامر للأمر قطع CUT ، كمثالِ:

```
CUT (0 0) ;
```

تعرّيف عنصر جديد Define New Element :

انقر أيقونة Edit-a-package في شريط الأفعال . أدخل الاسم َDIL08-TEST في الحقلِ الجديدِ New لنافذةِ التحرير Edit وأكد ذلك بالموافقة OK. قم بنقرْ أيقونةَ PASTE متبوعة بالنقر على النقطة المرجعية للرسم. سَيتم وضِعُ التغليف. أَو استعمل مرة ثانيةً نافذة كتابة الأوامر:

```
PASTE (0 0) ;
```

الآن يُمْكِنُ أَنْ يُعدّلَ كما هو مطلوب. الإحداثيات المُعطاة لقصّ CUT ولصق PASTE يمكن أن يُستَعملا لتَحَرُّيك مجموعة بقيمة معينة في نظامِ الإحداثيات. وهذا قَدْ يَكُون ذو قيمة للعناصرِ التي قد تكون رسمت في شبكةِ بيانية خَاطئةِ. هذا الإجراءِ يُمْكِنُ أَنْ يطبق أيضاً على الرموزِ!

العناصر العملية Devices لا يُمْكن أنْ تُنْسَخَ ضمن مكتبة!

مِنْ إحدى المكتبات إلى الأخرى
From One Library into Another :

النبائط Devices :

إذا كان هناك نبيطة device أَو مجموعة نبائط Device set و الذي تُريدُ استعماله في المكتبة الحالية يُمْكِنُك أَنْ تَنْسخَه بطريقتين مختلفتينِ.

في واجهة التحكم :

حرّك (بالسحب & الإسقاط) النبيطة المعد والمطلوب مِنْ التفريع الشجري الموجود في واجهة التحكم إلى نافذة محرر المكتبة المفتوح. النبيطة المعد والكامل بالرمز أو الرموز و التغليف أو الأغلفة سوف يتم نسخه و تعريفه من جديد. وكبديل لهذا يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ المدخل Copy to Library في قائمة السياقِ من مدخلِ النبيطة.

باستخدام أمر النسخ COPY :

أكتب ، على سبيل المثال،

```
COPY 75130@751xx.lbr
```

أو باستخدام الطريق أو المسار بالكامل

```
COPY 75130@d:\eagle-4.1\lbr\751xx.lbr
```

في نافذة كتابة الأوامر، النبيطة 75130 مِنْ المكتبةِ 751xx.lbr تم نسخها الى المكتبةِ المَفْتُوحةِ حالياً. إذا احتوي الطريقَ أو المسار فراغاتَ استعمل quotes الوحيدةَ له، على سبيل المثال:

```
COPY '75130@d:\P A T H\751xx.lbr'
```

إذا كان يَجِبُ أَنْ تُخْزَنَ النبيطة في المكتبةِ الحاليةِ تحت اسم جديد ببساطة قم بإدخاله، مثل ما يلي:

```
COPY 75130@751xx.lbr 75130NEW
```

الرموز Symbols :

عندما لا ترى رموز في التفريع الشجري لواجهة التحكم فإنه لَيستْ من المحتمل نسخهم مِنْ هناك إلى محرّرِ المكتبةَ.يتم نسخ الرموز مِنْ إحدى المكتبات إلى الأخرى بنفس طريقة نسخ رمز خلال نفس المكتبة. لذا نَستعملُ الأوامرَ المجموعة GROUP ، قطع CUT ، لصق PASTE (انظر الفقرةً السابقةً).

الفرق الوحيد لنَسْخ أى رمز ضمن أى مكتبة هو أنّك يجب فَتْح المكتبةِ الأخرى (File/Open) بعد القطعِ CUT والنْقرُ على المجموعة. ثمّ تُعريفُ رمز جديد الذي لَرُبَّما يكون لَهُ نفس الاسم أَوَ اسم آخرِ من قبل ذلك.

باختصار:

- قم بفْتحُ OPEN مكتبةَ المصدر وحرّرَ الرمزَ EDIT الرمز
- قم بعْرضُ DISPLAY كُلّ الطبقات

- قم باختيار كُلّ العناصر بالأمر GROUP
- استعمل الأمر CUT وقم بالنْقرُ إلى المجموعةِ لوَضْع النقطة المرجعية
- قم بفْتحُ المكتبةَ المطلوبة (الهدف) بالقائمة File/Open
- حرّرُ EDIT رمز جديد
- استعمل الأمر PASTE لوَضْعه
- قم بتسجيل المكتبةً

الأغلفة Packages :

إجراء نَسْخ الأغلفة تقريباً يشبه تماماً نْسخَ العناصر العملية devices . حرّك (بالسحب & الإسقاط) التغليف المطلوب مِنْ التفريع الشجري لواجهة التحكم إلى نافذةِ محرّرِ المكتبةِ المَفْتُوحةِ. التغليف الكامل سوف يتم نْسخُه و تحديث تُعرّيفُه في المكتبةِ الحاليةِ. كبديل يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ مدخل النسخ Copy إلى المكتبةِ في قائمة السياقِ لمدخلِ التغليف. أَو استعمالُ أمر النسخ COPY . اكتب، على سبيل المثال،

```
COPY DIL16@751xx.lbr
```

في نافذة كتابة الأوامر، نجد أن التغليف DIL16 مِنْ المكتبةِ 751xx.lbr مَنْسُوخُ إلى المكتبةِ المَفْتُوحةِ حالياً. إذا كانت المكتبةِ لَيستْ عاملة في الدليل حالياً فإنه يَجِبُ عليك أَنْ تَدْخلَ المسار الكاملَ، على سبيل المثالِ، في:

```
COPY DIL16@\eagle-4.1\mylbr\751xx.lbr
```

إذا احتوي المسار فراغاتَ استخدم quotes الوحيدةَ له:

```
COPY 'DIL16@D:\P A T H\mylbr\751xx.lbr'
```

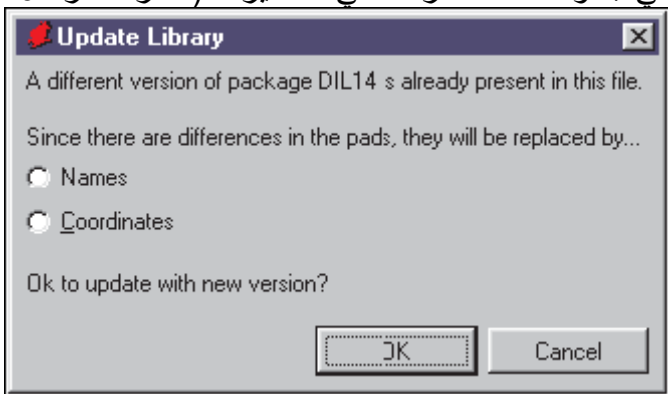
إذا كان التغليف يَجِبُ أَنْ يخْزَنَ في المكتبةِ الحاليةِ تحت اسم جديد ببساطة ادخله مباشرة في نافذة كتابة الأوامر:

```
COPY DIL16@\eagle-4.1\mylbr\751xx.lbr DIL16NEW
```

يصبح التغليف المَخْزُون بالاسمِ الجديدِ DIL16NEW الآن.

إذا أردت نَسْخ تغليف حيث يوجد بالفعل مَع نفس الاسم في المكتبة الهدفَ فإن التغليف سَيستبدلُ ببساطة. إذا كان التغليف مستخدم بالفعل فَي النبيطة وموقع أَو اسم احد أَو أكثر من وسادة / عناصر سطحية قد تغيّرُ، فإن برنامج EAGLE يَدْفعُ برسالة حيث فيها يكون نمط الوسائد / العناصر السطحية الذي سَيُستَبدلُ. هذا الإجراءِ يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُلغي. و بالتالي يظل التغليف بدون تغييرَ يكون قد تم.

إذا كان الحسابِ وموقعِ الوسائد بدون تغيير لكن الطلبَ يكون، سوف يسألك برنامج EAGLE عن نمطِ التحديث الملائمِ. اعتماد على اختيارك ربما تكون توصيلات الطرف الدبوسي / الوسادة للعنصر العملي قد تغيرت (انظر الأمر CONNECT)



شكل (٤٨) طلب النمط الحديث

تركيب مكتباتك الخاصة :

إن الطرق المَذْكُورة سابقاً لنَسْخ عناصرِ المكتبةِ تجْعلُ من السهل جداً إعْدادْ مكتباتكَ الخاصةِ بالمحتويات المختارةِ. زوّدتْ واجهة التحكم ونافذةَ محرّرِ المكتبةَ بترتيب يمكنهما من الظهور على الشاشةِ في نفس الوقت، وهو سهل جداً لجَعْل المكتبات المعرّفة من قبل المستعملِ حيث تَستعرضُ المكتبةَ محتوياتها في واجهة التحكم. ببساطة استعمل السحب & الإسقاط أَو قائمة السياق Copy to Library للعنصر العملي الحالي أَو التغليف.

إزالة وتبديل اسم عناصرِ المكتبةِ

: Removing and Renaming Library Elements

يمكن إزالة العناصر العملية Devices ، و الرموز symbols ، و الأغلفة packages مِنْ أى مكتبة باستخدام الأمر REMOVE. تعريف أى عنصر مكتبةِ جديدِ لا يُمْكن أنْ يُلغي بالأمر UNDO.

مثال:

إذا وددت إزالة التغليف المسمى بالمختصر DIL16 . قم بفتح القائمة المنسدلة.. Library/Remove سوف يتم فتح نافذة حوار حيث يمكنك إدخال اسم العنصر الذي سيحذف. هذا يُمْكِنُ أَنْ يُتم أيضاً من خلال نافذة كتابة الأوامر بكتابة التالي:

```
REMOVE DIL16;
```

الأغلفة والرموز يُمْكِنُ أَنْ يزالا فقط إذا لَمْ يُستَعملا في أحد العناصر العملية للمكتبةَ. في هذه الحالةِ، تكون رسالةَ التغليف قيد الاستعمال! أو الرمز قيد الاستعمال! حيث يَظْهرُ. أزلْ النبيطة المطابق أولاً أَو أحذف التغليف أو الرمز المعيّن في النبيطة (إعداد).

هَلْ أنت تَوَدُّ أَنْ تُغيّرَ اسمَ عنصرِ في مكتبتِكَ؟ قم بإستعملْ الأمر Rename. انتقل إلى نمط تحرير الغلاف لكي ترى العنصر الذي يَجِبُ أَنْ يتبدل اسمه أولاً وقم بفتح القائمة Library/Rename. يتم فتح نافذة حوار حيث يمكنك إدخال الاسمُ الجديدُ للعنصرِ.

هذا يُمْكِنُ أيضاً أَنْ يُتم خلال نافذة كتابة الأوامر:

```
RENAME DIL16 DIL-16;
```

يحْصلُ التغليف DIL16 على الاسمِ الجديدِ DIL-16 .

أسماء النبيطة device ، أو الرمز symbol ، أَو التغليف package لَرُبَّمَا أيضاً نحصل عليهم بامتدادها (.dev , .sym, .pac)، على سبيل المثال:

```
REMOVE DIL16.PAC
```

في هذه الحالةِ، لَيس من ضروريَ الانتقال إلى نمطِ التَحرير المنسوب ، قبل ذلك.

تحديث الأغلفة في المكتبات

Update Packages in Libraries :

كما تم ذُكِرَه بالفعل سابقاً في جزئية "نَسْخ عناصرِ المكتبةِ " من الممكن نَسْخ أغلفة مِنْ إحدى المكتبات إلى الأخرى. التغليف الموجود بالفعل يتم استبداله في تلك الحالةِ

تَحتوي كُلّ مكتبة على أغلفة تحتاج تعاريفِ النبيطة. في العديد مِنْ المكتبات هناك أنواع مماثلةِ للأغلفة يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ. لإبْقائهم منتظمين على كُلّ المكتبات من الممكن استبدال كُلّ الأغلفة بالمكتبة بتلك مِنْ المكتبةِ الأخرى بمساعدة أمر التحديث UPDATE . أى تغليف موجود باسمِ مناسب سَيَستبدلُ بتعريف حالي.

إذا كان عِنْدَكَ، على سبيل المثال، متطلبات خاصّة للأغلفة يُمْكِنُك أَنْ تعرّفْهم في مكتبة التغليف حسب الطّلب custom-built أَو العنصر السطحي. الأمر UPDATE يُمْكِنُه نْقلَهم إلى المكتبات الأخرى.

لذا قم بفتح المكتبة لكي يتم تحديثها و أختر القائمة .... Library/Update. الآن قم باختيار المكتبة التي تريدها لأخذ الأغلفة منها. بَعْدَ إنهاء تقاريرَ التحديث للبرنامج EAGLE في خانةِ الحالة:

Update: finished - library modified!

إذا لم يكن هناك شيءُ للاستبدال:

Update: finished - nothing to do.

من الممكن أيضاً استعمال نافذة كتابة الأوامر لهذا الإجراءِ. إذا كنت تُريدُ تَحديث مكتبتِكَ بأغلفة مِنْ المكتبة dil.lbr، على سبيل المثال، أكتب :

```
UPDATE dil.lbr
```

لنقل الأغلفة مِنْ المكتبات المختلفةِ، اكتب الواحدة بعد الأخرى:

```
UPDATE dil.lbr smd.lbr special.lbr
```

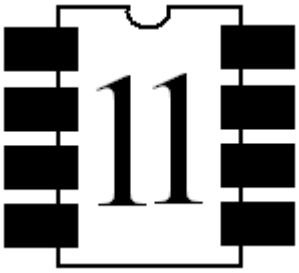
لتحديث تغليف وحيد، اكتب اسمَ التغليف:

```
UPDATE SO14@smd
```

الامتداد lbr لَيسَ ضروريَ. ربما تَستعملُ المسار الكامل للمكتبةَ أيضاً. انظر الصفحةً ٢٠٧ للمزيد من المعلومات.

الجزء الخامس

١١	إعداد بياناتِ التصنيع



إعداد بياناتِ التصنيع
Preparing the Manufacturing Data

هناك شركات pcb تَحتاجُ فقط لملف اللوح لبرنامج EAGLE لتصنيع أفلام films أَو نماذج صناعيةِ أولية prototypes . وسوف يجد القارئ حلقات اتصال مع مثل هذه الشركاتِ على صفحات الإنترنتَ الخاصة بهذا البرنامج.

على أية حال،إذا كان صانع لوحتكَ، لَمْ يتهيأ لمُعَالَجَة ملفات لوحات برنامج EAGLE مباشرة، فيَجِبُ عليك أَنْ تُجهيّزَها بإعداد هذه الملفاتِ. وذلك يتم بمساعدة المعالج CAM .

يمكنك الحصول على قائمةً بأجزاء الدائرة إذا قمت، على سبيل المثال، بتُحمّيلُ الشكل التخطيطيَ إلى المحرّرِ وتنفّيذُ برنامجَ لغةِ المستعملَ bom. ulp بالأمر RUN.

تتوافر برامج لغة المستعمل ULPs المفيدة والإضافية على صفحاتِ الإنترنتِ بالموقع CadSoft وعلى أقراص الذاكرة المدمجة الحالية EAGLE-CD-ROM. هذه البرامج يُمْكِنُ أَنْ تستَعمل، على سبيل المثال، لإنتاج أقنعة النقط اللاصقة للعناصر السطحية glue masks ، أو لحساب مستويات التفريز أو التشكيل لطبقة النحاس milling contours ، أو لإخراج بيانات التثبيت الآلي للعناصر automatic mounting و أجهزة الاختبار testing equipment .

١١-١ بيانات صناعةِ اللوح

: Data for Board Manufacture

١١-١-١ صيغة Gerber :

يَستعملُ في الوقت الحاضر أكثر منتجي الدوائر المطبوعة صيغة Gerber photoplotters بالمتغيّرِ aperture wheels . بمقارنة photoplotters مع fixed aperture wheels، لا يوجد اتفاقية حول جدول الفتحات تكون مطلوبةً بينك وبين منتج الأفلام.

يجب الاستفسار عن الصيغةَ المطلوبةُ للملف. و تعتبر الصيغة RS-274X هى الصيغة الاسهل، التي يكون فيها جدول الفتحات aperture table متكامل في ملفِ الخرج. و يعتبر توليد البياناتِ سهل بالقدر المقبول لملف PostScript أو أي طابعة أخرى. استعمل سواقة GERBER_RS274X لهذا الغرض. و هو عبارة عن ملف عملية سابق التعريف، gerb274x.cam ، للتوليد السهل باستخدام معالج CAM. هذه العملية (الشغلِة) يُمْكِنُ أَنْ تعدّلَ لتلاءم متطلباتَكَ الخاصةَ.

تعتبر الصيغة RS-274D، أَو المجموعات الأدنى subsets منها، الصيغةُ الأعم شيوعاً، التي يُمْكِنُ أَنْ تُولّدَ بمعالجِ CAM. لذا اختر الأدواتُ Gerber وGerberauto. في هذه الحالةِ يجب الإمداد بالملف بمرافقة جدول الفتحات، بالإضافة إلى الملفاتَ مع بياناتِ الرسم. كُلّ التفسيرات الأخرى في هذا الجزء مستند على هذه الصيغةِ.

١١-١-٢ بيانات المثقابِ Drill Data :

إنّ توليد بياناتِ المثقابِ drill data مشابهة جداً لتوليد بيانات الراسم الضوئي photoplot data . و الهدفَ هو إنشاء الملفاتَ التي تُرسلُ إلى منتجِ اللوح. إنّ سواقَات الأداةِ الملائمة هي SM1000، و SM3000 ، وExcellon عدا EXCELLON_RACK. أي ترتيب ثقوب يَجِبُ أَنْ يَكُونُ مُعَرَّفاً قبل توليد الناتج output . و يجب على الصانع أو الشركة معرفة هذا الترتيب، ما عدا ذلك فإنَّهُ لا يَستَطيعُ إجراء عملية الثقب المناسب للفتحات. لذا من المُسْتَحسن إرْسال ملف ترتيبِ توزيع الثقوب drill rack configuration file مَع ملف أو ملفات بيانات المثقابَ drill data file إلى الصانع أو الشركة.

منذ الإصدار EAGLE 4.11r2 تقوم الأداةِ Excellon بكْتابُة معلوماتَ عن ملفِ rack file إلى ملف بياناتِ المثقابَ آلياً. لذا فإنه ليس من الضروري أن تَهتمُّ حول ملفِ توزيع الثقوب rack بينما كَانَ هذا في النسخِ السابقةِ مَع الأداة Excellon.

الأداة EXCELLON_RACK تعمل مَع ملف توزيع الثقوب rack منفصل كما هو مع SM1000 و SM3000 (و كان مع EXCELLON في إصدارات برنامج EAGLE السابقة)

يقوم برنامج EAGLE بتوليد فتحاتَ الثقوب للكائنات الرسومية ،والوسائد pads، ونقاط العبور vias والفتحات holes. البيانات الملائمة للوسائد pads و نقاط العبورvias (المطلية من الداخل لتحقيق اتصال بين الطبقات) يتم توليدها إذا كانت الطبقةِ رقم ٤٤، Drills ، نشيطُة أثناء مهمة خرج معالجِ CAM. إنّ بياناتَ الفتحاتِ (بدون اتصال بين الطبقاتِ المختلفةِ) يتم توليدها إذا كانَت الطبقةِ رقم ٤٥، Holes، نشيطُة. كلتا الطبقتين يَجِبُ أَنْ يكُونا نشيطتين إذا كانت كُلّ الفتحات يَجِبُ أَنْ تثقب سوياً. إذا كان يَجِبُ أَنْ يُثقبا مُنفصلين، أمّا طبقة الفتحات أَو طبقة الثقوب فيَجِبُ أَنْ يَكُونا نشيطين، و تم إنشاء ملفين منفصلين.

يُمْكِنُ أَنْ تحدّدَ الدقة (نسبة التفاوت) للثقوب. في مثل هذه الحالاتِ يجب التأكّد من أنّ قواعد تصميمكَ تم حفظها أو مراجعتها. خيار الدوران Rotate المعطى في الترتيبِ يكون مفيدُ إذا ظْهرُ اللوح في محرّرِ تخطيطَ اللوح في صيغةِ المنظر الطبيعي landscape.

١١-١-٣ بيانات لماكينات التشكيل (التفريز)

Data for Milling Machines :

البيانات المستعملة من قبل ماكينات التشكيل (التفريز) ترسم عادة في الطبقةِ رقم ٤٦، Milling. و يتم عمل الناتجَ عن طريق معالجِ CAM في صيغة Gerber أَو صيغة HPGL. كما يجب تحديد الصيغةَ المطلوبةَ مَع صَانع لوحتِكِ مقدماً.

يُمْكِنُك تُولّيدَ الخطوط الخارجية لبياناتَ تشكيل لوح النموذج الأولي بمساعدة برامجِ لغةِ المستعملَ.

والمثال البسيط هو الملف outlines.ulp . قم بتشغيله بالأمر RUN . ثم قم ببدء تشغيل ULP بالأمر RUN . اختر الطبقةَ التي سوف يتم توليد بيانات الخطوط الخارجية لها، و قم بتعرّيفُ القطرَ لأداةِ التشكيل، واختر صيغة ملف الناتج (صيغة ملف المخطوطةِ script file أو HPGL و هناك صيغ أخرى ستتلى) في نافذةِ حوارِ ULP . و يمكن استيراد ملف المخطوطةَ الذي يَحتوي على بياناتَ الخطوط الخارجية إلى برنامج EAGLE بالأمر SCRIPT . وفي هذه الحالةِ استعمل معالج CAM لتَوليد البياناتِ الصناعية.

يقوم ULP بتنفيذ الخطوات التالية:
- رسم أي مضلّع بالاسمِ _OUTLINES_في الطبقة المختارة على كل منطقةِ اللوح
- إعداد خواص المضلّعِ:
  رتبة = ٦
  عرض = قطر أداةِ التفريز
- حْسابُ المضلّعَ؛ الحشو في اللوح يوضح المناطق التي سيتم تفريزها أي إخراجها.
- تَوليد بياناتَ الخرج
- حْذفُ المضلّعَ في تخطيطِ اللوح

المعلومات الأخرى يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ في وظيفةِ طلب المساعدةَ، عن بيانات الخطوط الخارجية Outline data . هناك برنامج آخر للغة المستخدم و هو mill-outlines.ulp حيث يقوم بتوليد outline data. هذا البرنامج يقدم ، مقَارنَة بالملف outlines.ulp بعض معاملات الترتيبِ الغالبة.

١١-١-٤ بيانات لماكينات إدخال العناصر

: Data for Component Insertion Machines

يَتضمّنُ برنامج EAGLE البعضَ من برامج لغة المستخدم ULPs التي تقوم بإنشاء البياناتَ لماكينات إدخال العناصر المُخْتَلِفة و فاحصاتِ الدائرةِ in-circuit testers . في تفريعة eagle/ulp سوف تجد برامج مختلفة من هذا النوع (ومثال على ذلك: - unidat.ulp, fabmaster .ulp, mount_smd.ulp.) لبَدْء استعمال برنامجِ لغةِ مستعملِ استعمل الأمر RUN في محرر تخطيط اللوح.

١١-٢ أيّ الملفات التي يحتاجها صانع اللوح؟

:Which Files does the Board Maker Need ?

١١-٢-١ الملفات المتولدة بمعالج CAM :

تَحتوي القائمةُ التاليةُ على الملفاتُ التي يَجِبُ أَنْ تتُولّدَ للوح عينة له أربعة طبقات. brd. في هذا المثالِ ،الطبقة رقم ٢ هي عبارة عن الطبقة الداخلية العادية مع إشارات مختلفة .

الطبقة رقم ٣ هي عبارة عن طبقة تغذية قدرة كهربائية لإشارةِ الأرضي GND، حيث يقوم المستعمل بإعادة التسمية إلى $GND مطابقة مع اتفاقية تسمية برنامج EAGLE لطبقات التغذية. من المعروف أنّ أسماءَ الملفات قد تم اقتراحها. أنت، بالطبع، حر لاستعمال أسماءِ صريحةِ مِنْ تعريفك.

الخيارات المعطاة في القائمةِ هي عبارة عن توصياتَ، والتي في بَعْض الحالاتِ يُمْكِنُ أَنْ تتغيّرَ.

الملف	الطبقات الفعالة	تعليقات أو خيارات موصي بها
demo.cmp	Top Via Pad	جانب العناصر الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل،مليء الوسائد
demo.ly2	Via Pad	طبقات داخلية متعددة الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل،مليء الوسائد
demo.ly3	$GND	طبقة تغذية متعددة يكون عكس الخرج آلياً الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.sol	Bottom Vias Pads	جانب اللحام الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل،مليء الوسائد
demo.plc	tPlace Dimension tName	جانب عناصر الشاشة الحريرية الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.pls	bPlace Dimension bName	جانب اللحام للشاشة الحريرية نحتاجها فقط في حالة ما إذا كان هناك عناصر على الجانب السفلي الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.stc	tStop	قناع لحام جانب العناصر الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.sts	bStop	قناع لحام جانب اللحام الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل

demo.crc	tCream	إطار المعجون لجانب العناصر الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.crs	bCream	إطار المعجون لجانب اللحام نحتاجه فقط إذا كان هناك عناصر سطحية على جانب القاع الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.drd	Drills Holes	بيانات التثقيب لماكينات التثقيب المحكومة عددياً NC الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل
demo.drd.xxxx	Drills Holes	بيانات التثقيب لألواحِ المتعددةِ الطبقات لامتياز أطوال نقط العبور المستورة و المدفونة. الخيارات: إحداثيات الموقع،الحصول على الأمثل

١١-٢-٢ المعلومات الإضافية لمنتجِ اللوح
:Additional Information for the Board Manufacturer

يَجِبُ أيضاً أَنْ تقوم بتغذية الشركةَ بملفاتِ الترتيبَ configuration files للفتحاتِ (name.whl) والثقوب (name.drl). يُمْكِنُك أيضاً أَنْ تَتضمّنَ اسم ملف لوحةِ name.brd . وهذه يُمْكِنُ أَنْ تساعدَ في تَفادي المشاكلِ المضيعة للوقت.
عُموماً، علامات الضبط (التي عرّفتْ على سبيل المثال في الطبقة رقم ٤٩، Reference) أَو حقل المعلوماتِ (في الطبقة رقم ٤٨ ، Documentation، على سبيل المثال) يُمْكِنُ أَنْ تتضمّنَ. أي ملف نَصِّ، مثل العينةِ demo.txt ، حيث تُحتوي الأوامرَ للوحةِ المنتج.

١١-٣ قواعد تُوفّيرُ الوقتَ والمالَ
: Rules that Save Time and Money

• كُلّ طبقة يَجِبُ أَنْ تَكُونُ مميّزة استثنائيا (ومثال على ذلك: - CS لجانب العناصر).

• لأسباب التكلفة يَجِبُ عليك أَنْ تتجنب، إذا كان ذلك ممكناً، المسار الضيق الأقل من 8 mil.
• يَجِبُ أَنْ ترسم الزوايا عند الأركان فقط لتَحديد اللوح. الحدود المُغلقة أو القريبة جداً يُمْكِنُ أَنْ تُؤدّي إلى صعوبات في التصنيع.

• يَجِبُ أَنْ تَتْركَ دائماً على الأقل ٢ مليمترَ (حوالي 80 mil) حول حافة اللوح خالية مِنْ النحاسِ. في حالة طبقات التغذية على ألواح متعددة الطبقات، حيث تكون مرسومة عكسياً، و تقوم بتنفيذ ذلك بالأمر wire حول حافةِ اللوح.

• كما ذُكِرَ مُسبَقاً، النَصّ في الطبقاتِ النحاسيةِ يَجِبُ أَنْ يكْتَبَ بالخطّ الموجهِ vector font . لذا يُمْكِنُك أَنْ تَكُونَ متأكّداً من أن النَصِّ على لوحكَ يظهر تماماً كما يظهر في نافذةِ محرّرِ تخطيطِ اللوح.

• لأجل الوصول إلى درجة من الكمال نُريدُ الإشارة هنا مرة ثانيةً إلى أن كُلّ المشاكل المتعلقة بإعدادِ الطبقةِ، فيما يختص بسُمك الطبقةِ، وقطر الثقب للألواح المتعددةِ الطبقات المحتوية على نقاط عبور مستورة ، ومدَفونَة، أو نقاط عبور دقيقةَ تكون قد تم فحصها مسبقاً.

١١-٤ توليد البياناتِ بشغلات CAM الجاهزةِ

:Generating the Data with Ready-Made CAM Jobs

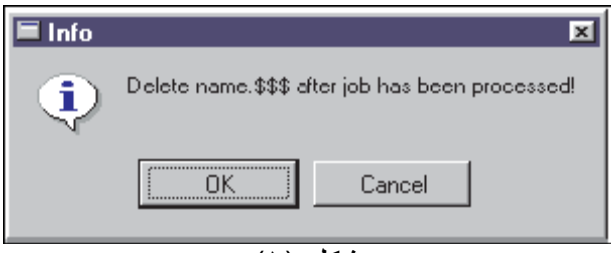
يقوم معالج CAM بتزوّيدُ آلية الشغلِة بواسطة المساعدة في إنشاء بيانات الخرج للوح. من الملاحظ أن التفريع الشجري لواجهة التحكم (لشغلات CAM Jobs) يحتوي على قوائم منسدلة لكل الشغلات مع وصف ملخص لكل منها.

١١-٤-١ شغلة Gerber.cam لألواح ذات الطبقتين

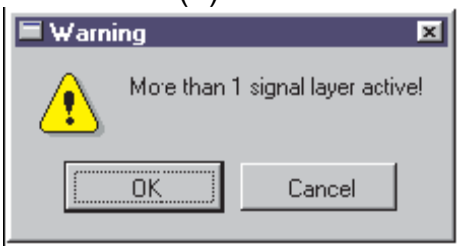
: Gerber.cam Job for Two-Layer Boards

تستعملُ الشغلَة gerber.cam السواقات Gerberauto و Gerber. و هما يقومان بتولّيدُ الملفاتَ في صيغةِ RS-274D. حيث تم إعدادهما لألواح ذات طبقتين حيث تستقبل قناع وقف اللحام على العناصر و جانب اللحام ، و تستقبل طباعة الشاشة الحريرية.

قم بتحميل الشغلَة بالنَقْر مرتين على مدخل gerber.cam في التفريع الشجري من واجهة التحكم. في الخطوةِ الأولى يتم توليد اسم جدول الفتحات name.whl آلياً. تظهر رسالتان، حيث تقوم بتأكيدهما بالموافقة OK الأَشكال (٢،١).



شكل (١)



Gerber job messages

شكل (٢)

الرسالةَ الأولى مُوَلَّدةُ بالدخولِ في الحقلِ العاجلِ Prompt field ، وتُذكّرُك بحَذْف الملفاتِ المؤقتةِ temporary files المنشأة متى تُولّدُ جدول الفتحات عندما تمت الشغلة.

الرسالة الثانية تُخبرُك بأنَّ أكثر مِنْ طبقة إشارة واحدة نشيطةُ في نفس الوقت. عادة فقط طبقة إشارة واحدة نشيطةُ بينما يتم توليد الناتجُ. على أية حال، عند توليد العجلةَ، تَحتاجُ أن تكون كُلّ الطبقات نشيطة في نفس الوقت لكي تكون جدول الفتحات مشتركة لكُلّ ناتج Gerber.

البيانات للطبقاتِ التاليةِ تُنتَجُ بعد ذلك:

جانب العناصر	*name.cmp*
جانب اللحام	*name.sol*
الشاشة الحريرية	*name.plc*
قناع وقف اللحام، جانب العناصر	*name.stc*
قناع وقف اللحام، جانب اللحام	*name.sts*

إذا كان هناك أيضاً طبقاتِ أخرى تم تُوليّدها، مثال على ذلك: - الشاشة الحريرية silkscreen لجانب القاعِ، أَو قناع معجون اللحام، فإن الشغلة Gerber يُمْكِنُ أَنْ تمتد كلما كان مطلوباً. تَمديدَ الشغلِة يتم مناقشُته لاحقاً في هذا الجزء.

١١-٤-٢ الشغلة Job rs274x.cam :

هذه الشغلِة يُمْكِنُ أَنْ تستَعملَ كبديل ل gerber.cam إذا كان صانع البطاقة الإلكترونيةِ استعملُ صيغةَ Gerber Extended الممتدة. بالمقارنة مع gerber. cam فإن جدول الفتحات المنفصل لَن يتم إنشاؤه. يتم انتاج ملفات Gerber المُخْتَلِفة ببساطة الواحد تلو الآخر. كُلّ ملف يحتوي تعريف الفتحةِ وبيانات Gerber.

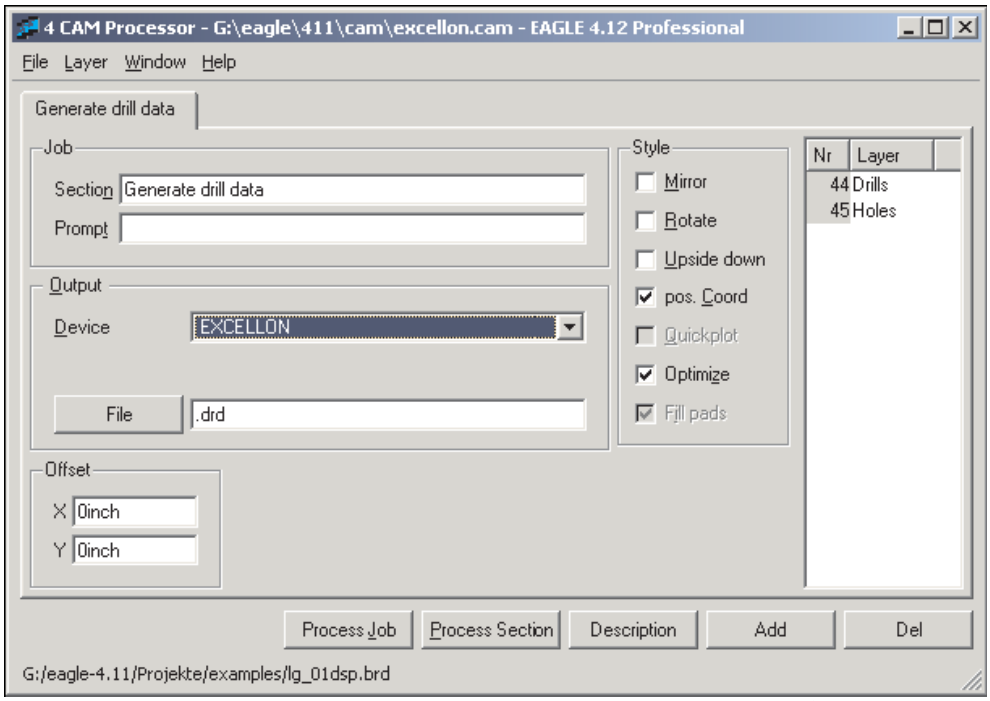
١١-٤-٣ بيانات التثقيب Drill Data :

يقدم معالج CAM أدوات الخرج العاديةِ مثل Excellon و SM1000 وSM3000 من أجل بياناتِ المثقابِ،

الشغلة Job excellon.cam :

الطريق الأسهل لتَوليد بياناتِ المثقابِ هو استعمالَ شغلَة CAM سابقة التعريف و هى excellon.cam. استخدم مع معالجِ CAM الملف الذي يَحتوي على بيانات وجدول الثقوب الخاصةِ التي سَتُولّدُ آلياً. اتَبع ما يلي:

- ابدأُ بتشغيل معالجَ CAM شكل (٣) (على سبيل المثال اتبع القائمة File/CAM Processor).
- قم بتحمّيلُ ملف اللوح إلى معالجِ CAM (اتبع القائمة File/Open/Board) إذا لَمْ تحمّلْ آلياً أثناء سلسلةِ البدايةَ.
- قم بتحمّيلُ الشغلَة سابقة التعَرَّيفَ excellon.cam، ومثال على ذلك: - بالقائمة File/Open/Job.
- قم بتنفّيذُ الشغلَة (Process Job).
- قم بإرسالُ الملفاتَ name.drl وname.drd (للمخططاتِ layouts بنقاط العبور المستورة و المدفونة name.drd.xxxx) وربما ملف المعلوماتَ name.dri كعمل طيب إلى مورد الألواح boardhouse.



شكل (٣) معالج CAM : توليد بيانات التثقيب بصيغة إكسيلون

تقوم الأداةُ Excellon بدمج كل من جدول التثقيب drill table وإحداثيات التثقيب drill coordinates في ملف مشترك واحد. إنّ الوحدةَ الأصليةَ (القياسية) لجدول التثقيب هى البوصةُ. وإذا كنا سنفضل جدول التثقيب بوحدات المليمتراتِ، فإن أداةَ التعريف يُمْكِنُ أنْ تغيّرَ هذه الوحدات في ملف eagle.def. و يمكنك أن تجد المزيد من التفاصيل المتعلقة بهذا في جزء " وحداتِ لجداول الفتحات والتثقيب".

أدوات أخرى للخرج Further output devices :

إذا كنت تُفضّلُ بياناتَ التثقيب في صيغة أخرى للبياناتِ مثل Sieb&Meyer 1000 أَو 3000 (SM1000, SM3000) أَو العَمَل بالصيغةِ Excellon تلك التي كان يستخدمها برنامج EAGLE في نسخِه السابقةِ مَع ملف rack منفْصلُ (الآن أصبح EXCELLON_RACk) يتطلب جدول التثقيب أولاً. وهذا يتم تكوينه مِنْ محرّرِ تخطيط اللوح بوسائل من برنامج لغةِ مستعملِ. و من ثم يتم إنتاج بيانات التثقيب بمعالجِ CAM .

تَمْضي كالتّالي:

- قم بتحمّيلُ ملف اللوح إلى محرّرِ تخطيطَ اللوح.
- قم بتنفّيذُ drillcfg.ulp و هو برنامج لغةِ مستعملِ مع الأمر RUN. حيث يُولّدُ boardname.drl وهو عبارة عن ملف ترتيب الثقوب.
- قم بِبْدء تشغيل معالجَ CAM (خلال القائمة المنسدلة File/CAM Processor).
- قم بتحمّيلُ اللوح إلى معالجِ CAM من خلال(File/Open/Board)إذا لم يتم تحمّيلُها آلياً أثناء تسلسل البدايةَ.
- قم بتحمّيلُ الشغلَة سابقة التعَرَّيفَ excellon.cam، من خلال القائمة المنسدلة File/Open/Job.
- قم بفحص المعاملات parameters وغيرَ أداةَ الخرج إلى EXCELLON_RACK أو SM1000 أو SM3000 . نسبة التفاوت ٦٢،٥% تجعل هناك إحساس لتجنب المشاكل التي قد تنتج عن تحويلات الوحدة الداخلية . و قد يتم اختيار فقط الطبقات ٤٤، Drills، و٤٥، Holes و ليس طبقاتَ أخرى! يُمْكِنُك أَنْ تَعْرضَ الطبقاتَ المختارةَ بالنَقْر على القائمة المنسدلة Layer/Show selected
- بعد تَغيير أداةِ الخرج، يَطْلبُ معالجُ CAM لملف -Rack . أطبع في امتداد الملفَ drl. الآن ينظر معالج CAM لملف rack المُوَلَّدِ سابقاً في نفس التفريع (الدليل) كملف لوح.
- أحفظ ملفَ الشغلَ عن طريق القائمة المنسدلة File/Save job باسم جديد.
- قم بتنفّيذُ الشغلَة (Process Job).
- قم بإرسالُ الملفاتَ name.drl وname.drd (وربما name.dri أيضاً) إلى مورد الألواح .

١١-٤-٤ بيانات التثقيب للألواحِ المتعددةِ الطبقات بنقاط عبور مستورة و مدفونة

Drill Data for Multilayer Boards With Blind and Buried Vias:

يقوم معالجُ CAM بتوليد ملف بياناتَ التثقيب واحد لكُلّ طولِ نقطة عبور لتخطيط اللوح الذي يَستعملُ نقاط العبور المستورة و المدفونة. و بالتالي فإنّ امتداد الملفَ (drd) يتم مده بإضافة مواصفاتِ عن طولِ نقطة العبور. فإذا كان هناك، على سبيل المثال ، نقاط عبور مِنْ الطبقةِ ١ إلى ٢، فإن امتداد ملفِ الخرج سَيَكُونُ(drd.0102.)

مواصفات الطبقةَ يُمْكِنُ أَنْ تُنتَقلَ إلى موقعِ آخرِ بمساعدةِ (wildcard %L) . الكتابة، على سبيل المثال، في File box بمعالجِ CAM. ينتج (%L.drd) في ملفِ الخرج بامتداد الملفَ .(..drd.0102.).

الوسائد ونقاط العبور vias سَيَكتبان في ملفِ الخرج بالامتداد drd. 0116 . إذا تم وضع الفتحاتَ (بالأمر HOLE) في تخطيطِ اللوح layout وكانت طبقةَ Holes نشيطةُ للخرج، فإن معالج CAM يَكْتبُ هذه القِيَمِ أيضاً في نفس الملفِ بالامتداد drd. 0116.

مورد لوحات الدوائر المطبوعة boardhouse يحْصل في النهاية على ملف rack مشتركِ name.drl والذي تم توليده بواسطة drillcfg. ulp، زدَ على ذلك بأنّك لَمْ تُستعملْ أداةَ Excellon التي تتركب من جدول التثقيب وإحداثيات الثقوب في ملف مشترك، وكُلّ الملفات ذات التركيبة name.drd.xxxx تحتوي على إحداثيات الثقوب لكُلّ طول نقطة عبور. لَربَّمَا أيضاً يكون هناك ملف المعلوماتِ المشتركِ name.dri .

ملف ترتيبِ التثقيب (Rack)

هذا الملفِ يُتم إنشاؤه عادة بواسطة برنامج لغة المستخدم (drillcfg. ulp). وهو أيضاً من الطبيعي محتمل لاستعمال جدول التثقيب الثابت بمساعدة محرّر النَصِّ. ثمّ ادْخلُ مسار الجدول و اسمَ الملف في ترتيب ثقوب معالج CAM . ملف rack عادة لَهُ الامتداد(drl.)

```
T01    0.010
T02    0.016
T03    0.032
T04    0.040
T05    0.050
T06    0.070
```

مثال لملف شكل الثقوب

كُلّ الأبعاد هنا معطاة بالبوصة. من الممكن أيضاً إدخال القِيَم بوحداتِهم، ومثال على ذلك: - 0.010in أَو 0.8mm. التعليقات في ملفات ترتيبِ التثقيب مُعرفةِ بواسطة فاصلة منقوطة، حيث ربما تكون عند البداية من الخط أَو تَكُونُ مَسْبُوقةً بواسطة فراغ.

ملف معلوماتِ المثقابِ Drill Info File :

يحتوي ملف name.dri على أقطار الثقوب المفقودةِ ومعلومات مهمةِ أخرى. وهو مكتوبُ إلى نفس الدليلِ directory كملف خرج.

١١-٥ إعداد معاملات الخرج
: Set Output Parameters

يَصِفُ هذا الجزء إعداد المعاملات لخرج أي رسم أَو أي ملف، والذي سَيَكُونُ بعد ذلك قد بَدأَ بتشغيلِ الزرَّ Process job أو الزر Process section. المعاملات parameters لهذا الجزء، كما وُصِفَت أسفل، تم إعدادها بنفس الطريقِة.

قم بتحمّيلْ ملف الشكل التخطيطيَ أَو ملف الشكل التنفيذي من قائمة معالج CAM المنسدلة File/Open ، و ضع المعاملات التالية :

- اخترُ السواقة لأداةِ الخرج المطلوبةِ في صندوق الأداة Device combo.
- ادْخلُ بياناتَ الخرج في حقلِ الملفَ. فإذا كان الخرج يَذْهبَ مباشرة إلى الرسام plotter، ادْخلُ اسمَ اصطفاف الطبع الذي يصَلُ إلى وصلةِ المواجهة لجهاز الحاسبِ المطابقةِ في ترقيمِ UNC، ومثال على ذلك: -
\\ Servername \ Plottername.

إذا كان، تحت File، Wheel، أَو Rack، فإنك تَكتب النقطةَ فقط وامتداد الملفَ، الدخول سَيَكُونُ ممتد باسمِ الملف التخطيطي أَو ملف تخطيطَ اللوح الذي تم تحمّيلُه.
المثال: المختصرَ cmp هو امتداد للملف boardname. cmp. انظر أيضاً لجزئية أسماءِ ملفاتِ الخرج.

- اختر طبقاتَ الخرج بالنَقْر على الرقم المناسب للطبقات. إنقرْ القائمةَ Layer/Deselect all لعدم الفحص أولاً لكُلّ الطبقات. القائمة Layer/show selected تظهر فقط الطبقات المختارة حالياً.
- ضعَ المعاملات المعينة للأداةِ Device (عجلة الفتحات aperture wheel .. الخ.).

اختيار سواقة أداةِ Gerber، على سبيل المثال، لاحظ حقل Wheel . وهنا يَجِبُ عليك أَنْ تُدخلَ المسار إلى قائمةِ الفتحات aperture list . إذا أردْت تَوليد بياناتِ التثقيب (الأدوات: EXCELLON_RACK، SM1000, SM3000) ، فإن برنامج EAGLE يسأل عن جدول الثقوبِ في حقلِ Rack (انظر أيضاً الصفحةَ ٢١٢، Drill data).

- إعداد خيارات (وضع الكائن الرسومي) flag:

المرآة Mirror :
يَعْكسُ الخرج حول أحد محاوره

دوران Rotate :
يقوم بإدارة الخرج ب٩٠ درجةِ.

رأساً على عقب Upside down :
إدارة الخرج ب١٨٠ درجةِ. عندما تتحد مع Rotate،
فإنّ الرسم يدار بما مجموعه ٢٧٠ درجة.

إحداثيات الموضع Pos. Coords :

يُوازنُ الخرج لكي يتم حذف الإحداثيات السالبة و انتساب الرسم إلى نقطة الأصلِ لأداةِ الخرج. وهذا يستحسن للأدواتِ التي تُولّدُ رسائلَ الخطأِ إذا ما اكتشفت إحداثيات سالبة. و بالتالي تكون الصورة القياسية.

الرسم السريع Quickplot :

خرج الرسم الذي يوضح فقط الخطوط العامّةَ مِنْ الكائنات الرسومية. هذا الخيارِ لَيسَ متاح لكُلّ الأدوات.

الأمثل Optimize:

يُنشّطُ الحالة المثلي لتسلسل الرسم للرواسم.

مليء الوسائد Fill Pads :

الوسائد سَيتم ملؤها. هذا الخيارِ يتم تشغيله لتَوليد بيانات التصنيع. أدوات النوع generic (انظر eagle.def ، على سبيل المثال PostScript، يسمحْ لأَنْ تُعطّلَ هذَا الخيارِ. فتحات المثقابَ للوسائد سَتَكُونُ مرئية على الخرج.

• اختيار الصفحة (للرسم التخطيطيschematics فقط):

أستعمل صندوقَ مجموعةِ الصفحات Sheet بقدر ما كان الشكل التخطيطي يَتضمن أكثرِ مِنْ صفحةِ واحدة.

١١-٦ مِنْ أسماءِ ملفاتِ الخرج

: Names of the Output Files

الامتدادات لملفاتِ الخرج المعطاة بالجدول في الصفحةِ ٢١٤ هى فقط المقترحة. إذا كنت تعرّف شغلة لبياناتِ Gerber، التي تولّدُ كُلّ الملفات بهذه الامتدادات، فإن ملف المعلوماتَ (gpi.*) سَيَكُونُ قد كَتبَ بكُلّ قسم قادم. إذا كنت تُريدُ تَجهيز ملفات المعلوماتِ لخدمةِ الرسم الضوئي كـ photoplotting ، قم بعمل التّالي:

للخرج أدخل سواء *name.xx#* أو *.xx#*

هنا، تعني كلمة اسمَ name أيّ اسم، والحرفان xx أيّ حروف (ذلك مسموح به في أسماءَ الملفات).

ملفات الخرج المولدة سوف تبدوا كما يلي:

name.xx# يُؤدّي إلى name.xxx، و سوف يسمى ملف المعلوماتَ بالاسم name.xxi،

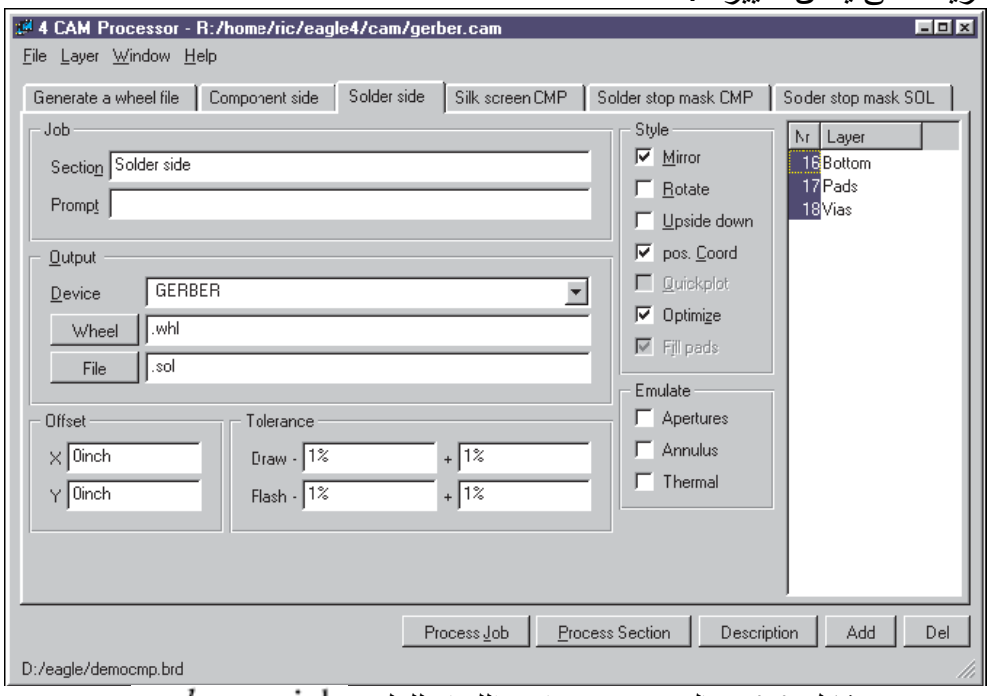
xx# يُؤدّي إلى boardname. xxx، و ملف المعلوماتَ سَيَسمّي boardname. xxi.

الملفات سَتَكُونُ مكتوبة إلى نفس الدليلِ (التفريع) كملف اللوح.

مثال:

اللوح myboard. brd يتم تحمّيلُه. و يتم إدخال #cp إلى حقلِ File. فإنّ ملفَ الخرج يُدْعَى myboard. cpx، وملف المعلوماتَ يُدْعَى myboard. cpi .

امتداد الملفَ يُمكنُ أَنْ يَأخُذَ أيّ طول.بينما العلامة # يَجِبُ أَنْ تحتلَّ المكان الأخير للامتداد. رجاءً تأكد عندما تعرف الشغلة أن الامتدادات لملفِ الخرج لكُلّ قسم تكون فريدة حتى يمكن تمييزها.



شكل (٤) معالج CAM : جانب اللحام للملف *gerber.cam* job.

إذا أردت إخراج ملف على سواقة معيّنة، ضِعُ معرف السواقة drive identifier، أَو إذا كان من المناسب، المسار أمام نهاية اسمِ الملف. على سبيل المثال، تحت النوافذِ ، d: \.cmp يمكنك وضِعُ الملفَ boardname. Cmp في الجذر لدليلِ السواقة D . هذا يطبق أيضاً على إصدار لاينكسَ، لذا على سبيل المثال ، /dev/hdc 2 /.cmp ، يمكنه وضِعُ الملفَ على السواقة hdc 2.

الشكل (٤) يظهر الامتداد (whl.). في نافذة Wheel لجدول الفتحات. هذا يَعْني أن الملفَ democmp. whl تم البحث عنه. الخرج (File) يَستلمُ الاسمَ democmp. sol. خيارات flag بشرط أن تكون وظيفة المثلي Optimize وإحداثيات الموضع Pos. coords. نشيطين.

نسبة التفاوت ٦١ % مسموحُ بها لاختيار الفتحةَ. وهذا ضروريُ لكي يُعوّضَ الأخطاءِ الحولية الصغيرةِ (لحوالي٠.٠٠٠٠٥ بوصة) والتي يُمْكِنُ أَنْ ترتفع أثناء التحويلِ مِنْ قيم المليمترِ إلى قيم البوصة عند توليد جدول الفتحات .و توضح خانة الحالة أسفل الشاشة أى ملف تخطيط لوح تم تحميله.

١١-٧ آلية الخرج مع مشغولات معالج CAM

: Automating the Output with CAM Processor Jobs

١١-٧-١ تعريف الشغلة Defining a Job :

أي شغلة تشْملُ قسم أَو أكثرِ من قسم. و القسم هو عبارة عن مجموعة من الإعدادات، كما تم وُصِفَ ذلك أعلاه في إعداد معاملات الخرج، حيث تعرّفُ الخرج لملفِ واحد one . و بهذه الطريقة يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ أى شغلة لتَوليد كُلّ الملفات الضرورية لأى مشروع.

خطوات تعريف الشغلة كالتّالي:

- قم ببدء تشغيل معالجَ CAM. لا يوجد شغلَة محمّلُة في بادئ الأمر، ما لم يكن هناك ملف مسمّى eagle.cam في دليلِ cam.
- قم بالنقر على الزرِّ Add وادْخلُ الاسم للقسم المراد تعرّيفه.

إذا كنت، على سبيل المثال، قد قمت بتخصّيصُ اسمِ القسمَ Wheel: توليد ملف الفتحات Generate Aperture File فقط يظهر العنوان كاسمَ جدول tab name. يمكن قراءة وصف إضافي في نافذة القسمَ. الفصلة تنهي العنوان في الجدول.

- قم بتكوين مجموعة كاملة من إعداد المعاملات. ذلك يَعْني بأنّه لديك اختيار الأداةِ Device ، تَنْشيط الطبقاتِ الملائمةِ، اختيار الخرج، وَضْع عاملِ التدريج إذا كان مطلوبا، وفحص خياراتِ العَلَمَ flag options (Mirror, Rotate, Upside Down. . .).
- في حقلِ prompt ادْخلُ الرسالة التي تَظْهرَ على الشاشة قبل التنفيذِ، و التي تتمناها.
- قم بتعرّيفُ الأقسامَ الأخرى بنفس الطّريقة مستعملاً أسماءَ مختلفةَ. مهم جداً: أولاً استخدم الأمر Add لإنشاء قسم جديد، و من ثمّ ضعَ المعاملات.
- قم بحْذفُ أى قسم إذا تطلبِ ذلك بالنَقْر على زرِّ الحذف Del .
- قم بحفظ كُلّ أقسام الشغلة تحت أى اسم قمت باختياره (خلال القائمة المنسدلة File/Save job..).

يُمْكِنُك تحمّيلَ أى شغلة خلال التفريع الشجري لواجهة التحكم (مدخل CAM jobs) أو عن طريق القائمة المنسدلة File/Open/Job في معالجِ CAM. لتَوليد الخرج للوح معيّن، يجب أنْ يُحمّلَ الملف عن طريق قائمة الملفِ لمعالجِ CAM القائمة المنسدلة File/Open/Board .
كُلّ أقسام الشغلِة سَتُنفّذُ إذا قمت بالنْقرُ على زر Process job. أي قسم معيّن سَيُنفّذُ إذا قمت بالنْقرُ على زرَّ Process section. كما يَسْمحُ زرُّ الوصفَ Description لوصف شغلة CAM التي سَتكُونُ معروضة في واجهة التحكم.

١١-٧-٢ تمديد شغلة gerber.cam لألواحِ متعددةِ الطبقات:

شغلة gerber.cam يمكن استخدامها كقاعدة لشغلة للألواح المتعددة الطبقات. وهو ببساطة يجب أنْ يُمدّدَ للطبقاتِ الإضافيةِ.

مثال: أنت تُريدُ إخراج الملفاتِ للوح بعناصر سطحية SMD على الجوانبِ العليا والسفليةِ ، طبقة التغذية GND$ في الطبقةِ ٢ Layer2، و الطبقة الداخلية الأخرى مَع مضلّع VCC في الطبقةِ ١٥ Layer 15 (التي تم تغيير اسمها إلى VCC).
أنت تَحتاجُ طبعاتَ silkscreen للجانبِ الأعلى والأسفل، و أقنعة إيقاف اللحام، وقناع معجون اللحامَ لكلا الجانبينِ. قبل أن تبْدأُ تَغيير شغلِة CAM يَجِبُ أَنْ تحفظ الشغلَة تحت اسم جديد خلال القائمة .. File/Save job as .
و من ثم تحتوي شغلة CAM على الأقسامَ التاليةَ:
١. إنشاء جدول الفتحات مَع السواقة Gerberauto.
كُلّ الطبقات التي سَتَكُونُ مطلوبة في الأقسامِ التاليةِ يجب أنْ تُنشّطَ هنا.
٢. قسم لجانبِ العنصر (بالفعل محتوي في GERBER.CAM). تَنشئ ملفاتَ الخرج:
name.cmp الطبقات : Top, Pads, Vias
٣. جانب اللحامِ (بالفعل المحتوى في gerber.cam):
name.sol الطبقات : Bottom, Pads, Vias
٤. طبعة الشاشة الحريرية Silkscreen، جانب العنصر (المحتوى بالفعل في gerber.cam):
name.plc الطبقات : tPlace, Dimension, tNames
٥. طبعة الشاشة الحريرية Silkscreen، جانب اللحامِ (المحتوى بالفعل في gerber.cam):
name.pls الطبقات bPlace, Dimension, bNames
٦. طبقة التغذية GND$ (جديد في gerber.cam):
name.ly2 الطبقات: GND$

٧. VCC الطبقة الداخلية (جديدة في gerber.cam):
name.l15 الطبقات: VCC, Pads, Vias
٨. قناع توقّفِ اللحامِ، جانب العنصر (المحتوى بالفعل في gerber.cam):
name.stc الطبقات : tStop
٩. قناع توقّفِ اللحامِ، جانب اللحامِ (المحتوى بالفعل في gerber.cam):
name.sts الطبقات : bStop
١٠. قناع معجون اللحام، جانب العنصر (جديد في gerber.cam):
name.crc الطبقات : tCream
١١. قناع معجون اللحام، جانب اللحامِ (جديد في gerber.cam):
name.crs الطبقات : bCream

قم بفحص مرةً أخرى سواء كُلّ الطبقات الضرورية لإنشاء جدول فتحات نشيط في القسمِ الأولِ. ملف الخرج المولّدَ في القسم الأول لا يُمْكن أنْ يُستَعملَ. لهذا السبب، فإن الملف name.$$$ يَجِبُ أَنْ يُحْذَفَ.

الطبقات التي تنسب إلى الجانبِ السفلي مِنْ تخطيطِ اللوح سَيُتم توليّدُها بالمرآة في كُلّ ملفاتِ الشغلات المُعَرَّفةِ. إذا أوصي مورد لوحتِكَ بعدم نسخ الملفات بالمرآة، رجاءً قم بتعطيل خيارات flag option لكُلّ قسم.

إذا أردت تَوليد ملفاتِ الخرج لطبقاتِ التغذية بإشارةِ واحدة (فليكن هنا $GND)،يَجِبُ أَنْ تَختارَ فقط طبقةَ الإشارة الداخليةَ . لا وسائد، لا نقاط عبور vias! للطبقاتِ الداخليةِ الأخرى التي قَدْ تَحتوي المضلّعاتَ يَجِبُ أَنْ يتم اختيار الوسائد الإضافية لها و كذا طبقات نقاط العبور vias (كما يجب أيضاً تفعيل هذا لجانبي القمةِ أَو القاعِ).
إذا كان إعدادَ الطبقةَ يعرف نقاط عبور مستورة و مدفونة، فإن دمج طبقة إشارة واحدة و طبقة نقاط عبور (طبقاً لطول نقطة العبور) يوضح فقط نقاط العبور هذه المنسوبة إلى طبقة الإشارة هذه. إذا كان هناك فقط طبقةِ نقطة عبور نشيطةِ (ليس هناك طبقةَ إشارة) فإن معالج CAM سَيُنتجُ كُلّ نقاط العبور vias لتخطيطِ اللوح.

٨-١١ ملفات Gerber للرواسم الضوئية Photoplotters بعجلات الفتحات الثابتة:

يذهب هذا الجزء إلى تفاصيلَ أكثرَ عن تعريفِ جدول الفتحات. بَعْض منتجي البطاقة الإلكترونيةِ ربما ما زالوا يستخدمون راسم جربر Gerber الذي يَعْملُ مَع العجلةَ

الثابتة للفتحات. في مثل هذه الحالةِ من الضروري لتهيئة جدول الفتحات aperture table إلى الوسائلِ المقيّدةِ لراسم جربر Gerber. ملفات الرواسم الضوئية لجربر Gerber photoplotters للعجلات ذات الفتحةِ الثابتةِ مُوَلَّدة بواسطة سواقة جربر GERBER. من الضروريُ التَشَاوُر مع مكتبِ خدمةِ الرسم الضوئي photoplot في الوقت المناسب، لِكي نعدل في برنامج EAGLE إلى الفتحاتِ المتاحة.

هناك أنواع مُخْتَلِفة مِنْ الفتحاتِ. و هى تختلف في المقاس والشكلِ. والأكثر شيوعاً هو الدائرة circle ، المثمّن octagon ، المربّع square ، رموز العمود الحلقي annulus والحراري thermal . إنّ رسم الفتحةَ المستعملة للمساراتِ tracks عادة يكون الشكل المستدير للفتحة. يَجِبُ أَنْ تُحدّدَ ترتيبَ الفتحات قبل تمْكِنُك من أَنْ تولّدَ ملفات لراسم ضوئي لعجلة فتحات ثابتة.

لعمَلُ هذا، ادْخلُ ملفَ الترتيبَ للفتحاتِ name.whl ومثال على ذلك: - مَع محرّر النَصِّ لبرنامج EAGLE ، وبعد ذلك قم بتحمّيلُ هذا الملفِ إلى معالجِ CAM بالنَقْر على الزرِّ Wheel بعد اختيار أداةِ السواقة Gerber.
يَختارُ معالجُ CAM الفتحةَ عادة مِنْ ملف الترتيبِ بشكل ملائم لكُلّ كائن رسومي. لكُلّ خَطّ ، رسم الفتحة يَجِبُ أَنْ يَكُونَ موجود بالقطرِ الملائم. لكُلّ رمز (ومثال على ذلك: -الوسادة) فتحة بالشكلِ والمقاس الصحيحِين مطلوبين. إذا لم يكن هذا متاحاً، فإنه لن يكون هناك ملف خرج.

١١-٨-١ ملف المعلوماتِ Info File :

الفتحات التي لَمْ تُوْجَدْ تكون من ثمّ قد أدرجتْ في الملفِ name.gpi ، حيث أن الاسمَ هنا يشير إلى الاسم المختارَ لملف الخرج. و من ثم يُمْكِنُك أَنْ تُغيّرُ لوحتَكَ بطريقة أنّ الفتحات الحالية يُمْكِنُ أَنْ تستَعملَ. بعد تَوليد الرسم أو ملفات المثقابِ يَجِبُ دائماً أن تفحص ملفاتَ المعلوماتِ ذات العلاقةِ.

١١-٨-٢ محاكاة الفتحةِ Aperture Emulation :

إذا كانت الكائنات الرسومية في الرسم التي لَيستْ متوافقَة مع المتاح من مقاسات الفتحات، من المحتملُ مُحَاكاة الأبعادِ المطلوبةِ باختيار الخيار Emulate Apertures . يقوم معالج CAM من ثمّ باختيار الفتحات الأصغر لمُحَاكاة الأبعادِ التي لَمْ تتوافق مع مقاسات الفتحات. تُنتج المحاكاةُ في أزمنة رسم أطول و تكلفة عالية ، لذا يَجِبُ أَنْ نتفادى هذا بقدر الإمكان.

فتحات العمود الحلقي annulus أَو الحراري Thermal يَحاكيانِ فقط برسم الفتحاتِ إذا تم تنشيط الخياران Emulate Thermal أو Emulate Annulus، على التوالي. الملف name.gpi يوضح الحاجةِ للمحاكاةِ وأى الفتحاتِ يجب أنْ تحاكى. الأقواس بالقبعات المسطحةِ (CHANGE CAP FLAT flat caps) دائماً سَتُحاكى وترسم بالأسلاكِ الصغيرةِ القصيرةِ (رسم الفتحة). الأقواس بالقبَّعاتِ المستديرةِ لَنْ تحاكى.

١١-٨-٣ تفاوت الفتحةِ Aperture Tolerances :

إذا قمت بإدْخالُ التفاوت للرسم و/ أَو الفتحاتَ flash apertures ، ثمّ إذا كانت الفتحةِ بالقيمةِ المضبوطةِ لَيستْ متاحة فإن معالجَ CAM سَيَستعملُ الفتحاتَ ضمن درجة التفاوت. رجاءً خُذْ في الاعتبار بأنّ قواعد تصميمَكَ قَدْ لا تُلاحظُ كنتيجة للتفاوت المسموح به! أشرْ إلى الملف name.gpi للتفاوت المستعملَ.

١١-٨-٤ تعريفُ ترتيبُ الفتحات

Defining the Aperture Configuration :

يُميّزُ معالجُ CAM رسم الفتحات DRAWapertures مِنْ الفتحاتِ الكاذبةِ FLASH apertures . النوع الأول يُستَعملُ لرسم الكائنات الرسومية (ومثال على ذلك: - مسارات tracks). أما النوع الثاني فيستَعملُ لتَوليد الرموزِ (ومثال على ذلك: - الوسائد pads) بواسطة وميض ضوئي. فقط إذا تم تعريف رسم الفتحات فإن الراسم يمكنه رسم الخطوط. لذا، إذا لم يتمكن الراسم من تمييز بين draw و flash الفتحات، فإنه يَجِبُ أَنْ تُعرّفُ الفتحات المستديرةُ و المثمنة كرسم للفتحات . إنّ الفتحاتَ التاليةَ متاحة:

Name	Dimension
Draw	diameter
Round	diameter
Square	length
Octagon	diameter
Rectangle	length-X x width-Y
Oval	diameter-X x diameter-Y
Annulus	outside diameter x inside diam.
Thermal	outside diameter x inside diam.

استعمال أشكالِ الفتحةِ في معالجِ CAM:

```
Draw        draws wires and emulates
            apertures
Round       draws round pads and vias
Square      draws square pads, SMDs and vias
Octagon     draws octagonal pads and vias
            with the same X- and Y-dimensions
Rectangle   draws rectangles and SMDs
Oval        draws octagonal pads with
            different X- and Y-dimensions
Annulus     draws isolation rings in a supply
            layer
Thermal     draws connections in a supply
            layer
```

مثال لملف ترتيب فتحات

```
D001    annulus   0.004 x 0.000
D002    annulus   0.005 x 0.000
D017    annulus   0.063 x 0.000
D020    round     0.004
D033    round     0.059
D040    square    0.004
D052    square    0.059
D054    thermal   0.090 x 0.060
D057    thermal   0.120 x 0.080
D105    oval      0.090 x 0.030
D100    rectangle 0.060 x 0.075
D101    rectangle 0.075 x 0.060
D110    draw      0.004
D111    draw      0.005
```

كُلّ القِيَم القياسية تأخذ وحدة البوصة، ما لم تضاف وحدة (ومثال على ذلك: - 0.010in أَو0.8mm).التعليقات تعلم بالفواصل المنقوطةِ في بِداية الخَطّ، أَو مَع فاصلة منقوطةِ متبوعة بحرف خام blank character .

١١-٩ سواقة الأداةِ في ملفِ eagle.def

: Device Driver in File eagle.def

١١-٩-١ انشاء سواقة أداتِكَ الخاصةِ

: Creating Your Own Device Driver

سواقة أداةِ الخرج تم تعريفها في ملف النَصِّ eagle.def . هنا سَوف تجِدْ كُلّ المعلومات التي تكون مطلوبةُ لإنشاء أداتِكِ الخاصةِ للسواقة device driver. أفضل

طريقِة هو أَنْ تنْسخَ الكتلةَ لأداةِ الخرج لنفس الفئة العامّة، وبعد ذلك تعدّلُ المعاملات حيثما كانت ضروريةَ. رجاءً أستعمل محرّر النَصِّ الذي لا يُقدّمُ أيّ شفرات تحكم إلى الملف.

هنا مثالُ لأداة Gerber الآلي أداة التي تولّدُ البياناتَ بوحدات المليمترِ:

```
[GERBER_MM33]

Type     = PhotoPlotter
Long     = "Gerber photoplotter"
Init     = "G01*\nX000000Y000000D02*\n"
Reset    = "X000000Y000000D02*\nM02*\n"
ResX     = 25400
ResY     = 25400
Wheel    = ""
Move     = "X%06dY%06dD02*\n"    ; (x, y)
Draw     = "X%06dY%06dD01*\n"    ; (x, y)
Flash    = "X%06dY%06dD03*\n"    ; (x, y)
Units    = mm
Decimals = 4
Aperture = "%s*\n"               ; (Aperture code)
Info     = "Plotfile Info:\n"\
           "\n"\
           " Coordinate Format : 3.3\n"\
           " Coordinate Units  : 1/1000mm\n"\
           " Data Mode         : Absolute\n"\
           " Zero Suppression  : None\n"\
           " End Of Block      : *\n"\
           "\n"


[GERBERAUTO_MM33]

@GERBER_MM33
Long          = "With automatic wheel file generation"
Wheel         = "" ; avoids message!
AutoAperture  = "D%d" ; (Aperture number)
FirstAperture = 10
MaxApertureSize = 2.0
```

١١-٩-٢ الوحدات في جدول المثقابَ والفتحات

: Units in the Aperture and Drill Table

عندما يتم التوليد آلياً مَع السواقة GERBERAUTO، فإن جدول الفتحات يحتوي القِيَمَ بالبوصة. هذه أيضاً الحالةُ لجدول المثقابِ الذي تم كُتَابُته آلياً في ملف بياناتِ المثقاب بأداة الخرج Excellon.

إذا كان منتج pcb يصر على وحداتِ المليمترِ لمقاسات الفتحات وأقطار الثقوب، فإنه يُمْكِنُك أَنْ تُنجزَ هذا بتَعديل Gerber أَو Gerberauto على التوالي للسواقة Excellon.

ولعمَلُ هذا، استعمل محرّر النَصِّ (و هو أحد المحررات التي لا تقدّمُ أيّ شفرات تحكم) لتَحرير الملف eagle.def ابحث عن الخَطِّ

```
[GERBER]
```

أو

```
[GERBERAUTO]
```

و في نهاية هذا الجزء قم بإضافة أو تحرير الخطوط :

```
Units = or Decimals =
```

مثال:

```
Units =     mm
Decimals = 4
```

لتَفادي المشاكلِ التي تَنْشأُ عن الأخطاءِ الناتجة أثناء التحويلِ، فإنه يجب اعتماد التفاوت ٦١ % للرسمِ drawوالفتحاتِ الكاذبةِ flash . لتَغيير وحداتِ جدول المثقابَ هناك، ابْحثُ عن الخَطِّ:

```
[EXCELLON]
```

و قم بتغيير

```
Units = Inch  to  Units = mm
```

١١-١٠ توليد الفيلم باستعمال ملفات PostScript :

بينما ملفات جربر، حتى قبل سَنَوات قَليلة، تقريباً وبشكل خاص كَانَ لِزاماً أَنْ تكُونَ مولّدة لصناعةِ أفلامِ pcb المحترفة، بينما اليوم مسجّلات صورةِ PostScript raster التي تقدم البديل عالي النوعية والذي يعتبر بسيطُ التناول واقتصادي.

مَع سواقة PS ، يُولّدُ معالجَ CAM الملفاتَ في صيغةِ PostScript. هذه يُمْكِنُ أَنْ تُعالجَ مباشرة بشركاتِ الخدمةِ الملائمةِ.

لمسجّلاتِ PostScript، يجب أن توضع معاملات الارتفاع Height والعرضَ Width للقِيَمِ العاليةِ جداً (ومثال على ذلك: - ١٠٠ 100 x بوصة)، حتى لا ينتشر الرسم على عِدّة صفحات.

الأفلام والرسوم التي تَتعلّقانِ بالجانبِ السفليِ تُنتجانِ عادة في الشكل المَنْسُوخ mirrored (خيار مرآةِ Mirror في معالجِ CAM أَو في حوار PRINT).

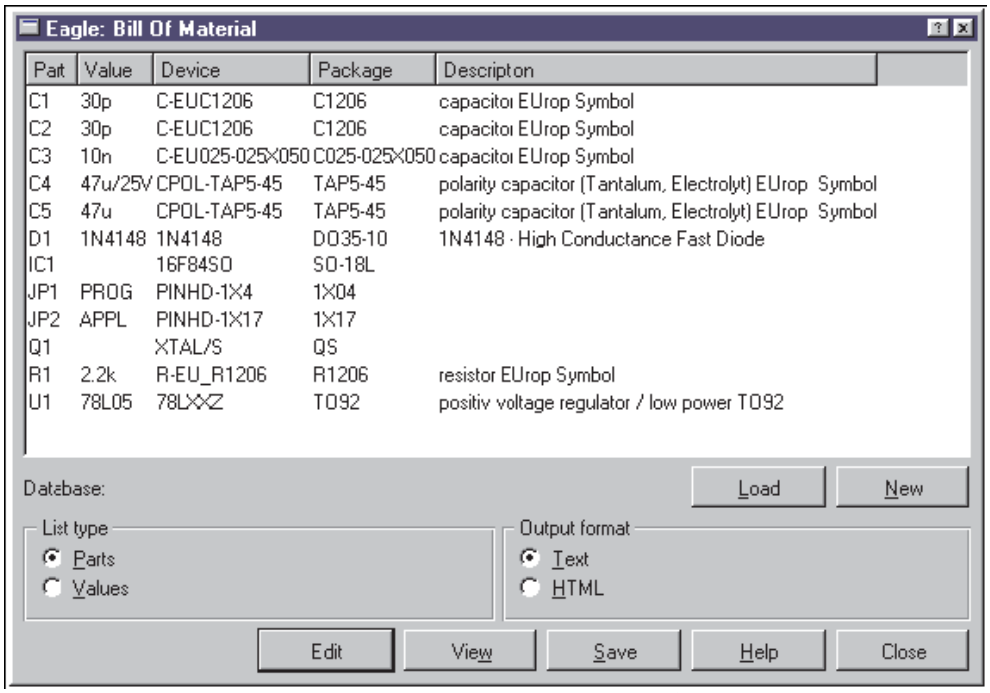
تولّدُ السواقة EPS ملفات PostScript مُغَلَّفةِ، وهذه يُمكنُ أَنْ تَكُونَ مصنّعة بشكل أكبر ببرامجِ نظام النشر المكتبي DTP programs .

١١-١١ التوثيق Documentation :

العديد مِنْ موادِ التوثيقِ يُمْكِنُ أَنْ تُولّدَ بواسطة برامج لغة المستعملِ User Language programs . يُمْكِنُك أَنْ تَجدَ وصف ULP في فرع برامج لغةِ المستعملَ الموجود في التفريع الشجري في واجهة التحكم، أَو في بداية تشغيل ملف ULP نفسه. في تلك الحالةِ، قم بفْحصُ ULP بمحرّر النَصِّ. لاحظْ أيضاً التشكيلة العريضة من البرامجِ التي تَجْعلُ متاحة على خادم الويب.

١١-١١-١ قائمة الأجزاءِ Parts List :

قائمة الأجزاءَ يُمْكِنُ أَنْ تُنشأ بعدد مِنْ برامجِ لغةِ المستعملِ. أحد أهم البرامج التقليدية لتوليد قائمةِ الأجزاءَ هو bom. ulp . قم بالبدء بتشغيله مِنْ محرّرِ الرسم التخطيطيِ، مستخدماً الأمر RUN . سوف تفتح نافذة قائمة أو فاتورة المواد Bill Of Material بملخص الأجزاءَ أولاً.



شكل (٥) نافذة صندوق حوار الفاتورة

من المحتملُ استيراد المعلومات الإضافيةِ مِنْ قاعدة بيانات إلى قائمة الأجزاء (Load)، أَو لإنشاء قاعدة بيانات جديدة بخواصها الخاصةِ مثل المنتجِ، عدد المخازن ، عدد مادّةِ أَو السعرِ (New). يُمْكِنُك أَنْ تَحْصلَ على التفاصيلِ الأخرى حول النسخةِ الحاليةِ لبرنامج ULP بواسطة نَقْر زرِّ المساعدةَ.

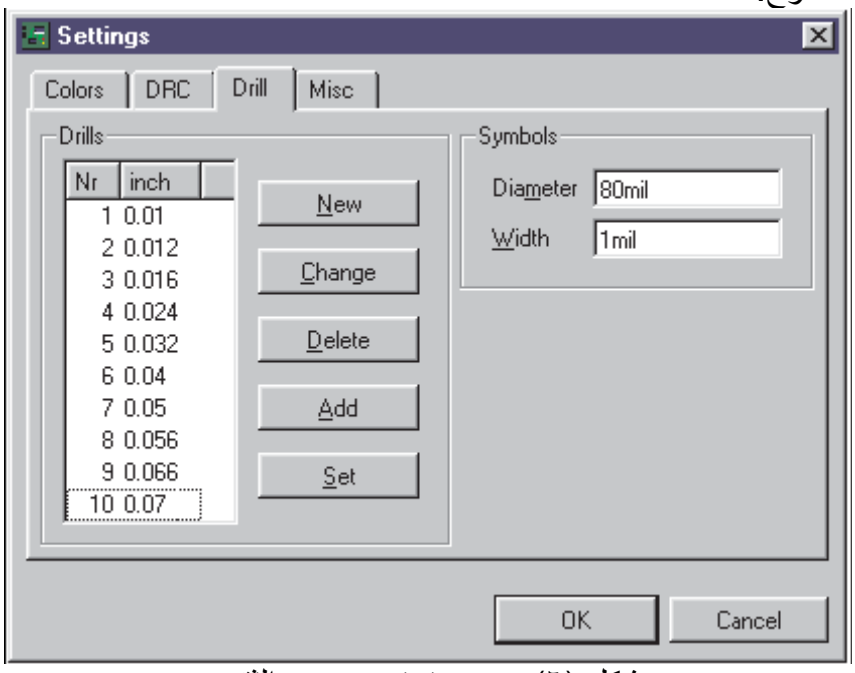
و هناك قائمة أجزاءِ بسيطةِ يُمْكِنُ أيضاً أَنْ تُنشأ بواسطة أمر التصديرَ EXPORT (خيار Partlist).

١١-١١-٢ خطة المثقابِ Drill Plan :

يمكن طباعة خطة مثقابِ حتى نتُمكّن من فحص فتحات الثقوب و أقطارها. حيث توضح و تبين رمزَ فرديَ لكُلّ قطر. برنامج EAGLE يَستعملُ ١٩ رمزُ مختلفُ: ١٨ منهم مُخَصَّصة لقطر معين؛ تظهر العلامة (Ø) إذا لم يكن هناك رمزَ معُرّفَ لقطرِ هذه الفتحةِ.

تَظْهرُ رموزُ القطرَ في الطبقة رقمِ ٤٤، Drills، في المواقعِ حيث توضع الوسائد أَو نقاط العبور vias، وفي الطبقةِ رقمَ ٤٥، Holes، في المواقعِ حيث توضع الفتحات . لذا هذه الطبقاتِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ نشيطةَ عندما يتم توليد خطةَ الثقوب المثقابَ.

إنّ العلاقةَ بين الأقطارِ والرموزِ مُعَرَّفةٌ عن طريق الحوار Options/ Set/Drill لمحرر تخطيط اللوح.

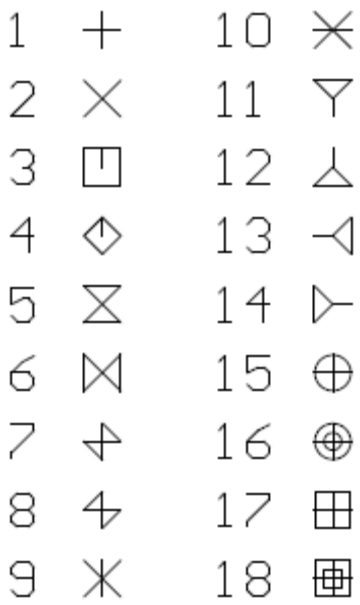


شكل (٦) يوضح ترتيب رموز الثقب

الأزرار New، Change، Delete وAdd يمكن أن تستَعملَ لإنشاء جدول جديد، لتَعديل بَعْض المداخلِ المعينة، أو حْذفُها أَو لإضافة مدخل جديد. زر الإعداد Set يستخلص كُلّ أقطار الفتحات مِنْ شكل تخطيطِ اللوح وتخصيصها آلياً بأعداد رمز الثقب.

تحدد قِيَمُ القطرِ Diameter والعرضِ Width القطرَ و سمك الخَطَّ لرمزِ الثقب على الشاشةِ وفي طبعة الخرج.

الصورةَ توضح أنّ رمزِ الثقب رقم ١ خصّصُت لقطر الثقب٠.٠١ بوصة. في الصورةِ التاليةِ التي يُمْكِنُكَ أَنْ تَرى الرمزَ ذو العلاقةَ المرسوم في الطبقةِ رقم ٤٤، Drills، أَو الطبقة رقم ٤٥، Holes، شبيهاً بذلك. الرمزَ رقم ١ يشبه أو يبدوا مثل إشارة الزائد (+).



شكل (٧) يوضح تخصيص رموز الثقب

يتم تخزين تخصيص رمز الثقب في ملف المستخدم المعين eaglerc. Usr (eaglerc للاينكسِ).

١١-١٢ إخراج الرسومات و بياناتِ التصنيع

Output of Drawings and Manufacturing Data

يُمْكِنُ لبرنامج EAGLE أَنْ يُنتجَ الرسومَات، على سبيل المثال لأغراضِ التوثيق، استعمل الأمر PRINT . هذا الأمر يُمْكِنُ أَنْ يوْجَدَ في قوائمِ الملفَ التخطيطيِ أو محرّرِ التخطيطِ.

يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ الطابعاتَ المعرفة تحت النوافذِ بهذا الأمر. يولّدُ إصدار لاينكسِ ملفاتَ تذييلِ Postscript التي يُمْكِنُ أَنْ تُرسَلَ إلى lpr أو إلى أى ملف.

سوف نستطيع الحصول على أي طباعة لرسم في نافذةِ المحرّرِ النشيطةِ بالإعدادات الفعليةِ للطبقة (الأمر DISPLAY) . الفلم و البياناتِ التصنيع يتم توليدهما بمعالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM . قم بالبدء في هذا بالأيقونةِ الموجودة في شريط أدوات الأفعال action toolbar لنافذةِ محرّرِ التخطيطَ Layout Editor window .

يَستعملُ معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM السواقات drivers الخاصة به، التى يُمْكِنُ للمستعمل تعريفها أو تعديلها (انظر file eagle.def in directory eagle/bin). يمكن توليد بيانات فاتورة الموادّ، لماكينات التثبيت mounting ، للتفريز milling ، أو للاختبار testing الخ بمساعدة برامج لغةِ المستعملِ User Language Programs لِبرنامج EAGLE. المعلومات حول ULP يُمْكِنُ أَنْ تَوْجَدَ في عناوين الملفَ الرأسيةِ أَو بمساعدة الأوصاف في واجهة التحكم Control Panel.

١١-١٢-١ إخراج الشكل التخطيطي بالأمر PRINT :

سيطبع الشكل التخطيطي بالملف العينة demo1.sch أبيض و اسود بتهيئة كاملة لصفحة واحدة . قم بتحميل الملف العينةَ demo1.sch مع اختيار الطبقاتَ التي يَجِبُ أَنْ تَظْهرَ في الطبعة الخارجة بالأمر DISPLAY. كُلّ الطبقات المرئية على الشاشةِ سَوف يتم طباعتها.

نقرْ على أيقونةَ الطباعةَ PRINT في شريط أدوات الأفعال action toolbar. تحقق من صناديق المحادثة للون الأسود Black و الخط المتصل Solid و الدوران Rotate (كالرسم في landscape format). صناديق المحادثة Mirror و Upside down لا يؤشر عليها .

لكل من عامل المِقياسِ Scale factor وحدِّ الصفحةِ Page limit اكتب الرقم ١. هذا يُحدّدُ أن الرسم الناتج سوف يكون بمقياس رسم ١ ، و بجعله بمقاس صفحة الطباعة . إذا لم يتجاوب معك البرنامج في مقياس الرسم المطلوب، فإنه سيقوم بتغيير عامل المقياس scale factor لكي تتناسب الرسمة مع صفحة واحدة . بحدِّ صفحةِ رقم ٠ سوف تكون الرسمة دائماً تطْبَعُ بعامل مِقياسِ يكتب في كل مرة.

يُمْكِنُ أَنْ تَختَارَ الطابعة باستعمال زر الطابعةِ Printer . الزر Page يقودك إلى معاملات إعدادَ الصفحة. إذا تم فحص صندوق Caption ، فإن الرسم سَيَكُونُ مطبوع مَع هامش footer ، محتوياً على ملفَ الاسم، و التاريخ، و الوقت، وعامل المِقياسِ.

١١-١٢-٢ توليد ملفات الصورةِ لغرضِ التوثيقِ :

لتَوليد ملفاتِ الصورةِ Image Files يَستعملُ أمر التصديرَ EXPORT بخيارِ صورتِها IMAGE . يُمْكِنُك أَنْ تُولّدَ صيغَ ملفِ بعدد مختلف من نقط الشاشة pixel للشكل البياني (مثل bmp , tif، png وآخرون) أَو استعمال ذاكرةَ النصوص clipboard .

تَوليد بياناتِ Gerber بمعالجِ CAM :

نفس الخطواتِ تَتطلّبُ عادةً لكُلّ لوحة حينما يتم توليد أفلام و بيانات صناعية . هذه المعالجة يمكن تعريفها بوظيفة معالجة CAM .

الملف gerber.cam، الذي يُمْكِنُ أَنْ يوْجَدَ في التفريع الثانوي القياسي لوظائف CAM ، يؤتمت ناتجَ بياناتِ Gerber لألواح الدائرة المطبوعة ذات الوجهين double sided boards .

تحذير: المعالجة المشروحة يُمْكِنُ فقط أَنْ تُستَعملَ لـ Gerber photoplotters بشكل فتحات مرنةِ، ولَيسَ لـ photoplotters بشكل فتحات ثابتةِ.

الرجاء الاتصال بمحل توريد لوحتكَ لتَأكيد أَيّ البياناتِ مطلوبة. قم بتحميل الشغلَ إلى معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM، أمّا بالنَقْر مرتين على الدخولِ بالاسم gerber.cam في تفريعات واجهة التحكم (CAM Jobs)، أو بالنَقْر على أيقونةِ معالجَ التصنيع بمساعدة الحاسب CAM في نافذةِ محرّر التخطيطَ Layout Editor window وتَختارُ gerber.cam في صناديق حوارِ الملفَ ($\Rightarrow File/Open/Job$).

في حالة ببدء تشغيل معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM من واجهة التحكم، قم بتحميل ملف اللوح العينة demo3.brd:

$\Rightarrow File/Open/Board$

ثم النقر مرتين على اسم الملف العينة demo3.brd

قم بالنقرْ على زر Process Job وأَكّدْ أن كلتا prompts تَحْذفُ ....Delete name.$$$ و. . .More than مَع النقر على OK . الآن كُلّ الملفاتِ الضروريةِ سَتَكُونُ مكتوبة إلى دليلِ المشروعَ Project directory (حيث ملفات اللوحةَ والرسم التخطيطي لهذا المشروعِ موضوعة). الملفات لَها المعاني التاليةُ:

١	demo3.cmp	جانب العناصر
٢	demo3.sol	جانب اللحام
٣	demo3.plc	الشاشة الحريرية لجانب العناصر
٤	demo3.stc	قناع اللحام لجانب العناصر
٥	demo3.sts	قناع اللحام لجانب اللحام
٦	demo3.whl	ملف شكل توزيع الفتحات
٧	demo3.gpi	ملف المعلومات ، ليس
٨	demo3.$$$	ملف مؤقت، حتى يمكن حذفه

تحتاج شركات تصنيع لوحات الدوائر المطبوعة إلى الملفات الست الأولى.

١١-١٢-٣ توليد بياناتِ المثقابِ (الثقوب): Generating Drill Data

يمكن توليد بياناتِ التثقيب Drilling data وفقاً لذلك، باستعمال الشغلة excellon.cam. هذه الشغلة تتكون من خطوةٍ واحدة. يقوم عنصر Excellon بتُولّيدُ ملف يَحتوي على كل من بيانات الثقوب drill data و جدول الثقوب drill table . الملف الناتجَ لَهُ الامتداد drd. هذا الملفِ أيضاً يُرسَلَ إلى منتجِ لوحتِكَ. المعلومات الأخرى يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ على صفحاتِ مساعدةِ معالج التصنيع بمساعدة الحاسب CAM .

١١-١٢-٤ بيانات التصنيع الأخرى Further Manufacturing Data

يُزوّدُ برنامج EAGLE بعدد من برامجِ لغةِ المستعملِ، التي تكون قادرة على تَوليد تَشْكِيلة من البياناتِ. على سبيل المثَال، بيانات لمكائنِ التثبيت للعناصر، لأجهزة الاختبار، بيانات إحصائيةِ لجهة التنفيذ boardhouse (عدد الثقوب، عدد العنصر ، عدد الطبقات وهكذا)، فواتير الموادّ، أَو أى بيانات لتفريز أو تشكيل النموذج الأولي للوحة.
يمكن إيجاد قائمة من كُلّ برامج لغةِ المستعملِ في تفريعة المواضيع بواجهة التحكم ، و تفريع برامج لغة المستعمل . أختر المدخل للحصول على الوصف على الجانب اليمين. المزيد من المعلومات يُمْكِنُ أَنْ يُوْجَدَ في الفصلِ القادمِ من هذا الكتاب .

١١-١٢-٥ لغة المستعملِ ببرنامج EAGLE :

يَجيءُ برنامج EAGLE مَع لغةِ مستعملِ مترجمِ تشبهِ لغة C متكاملة حيث تعطي منفذ إلى تفعيل كُلّ البيانات (في برنامج EAGLE أَو الملفاتِ الخارجيةِ). برامج لغة المستعملِ User Language programs يُمْكِنُ أَنْ تَنشئَ أيّ نوع من الملفِات ولهذا تُولّدُ أيّ صيغة أو هيئة من البيانات المستعملة من قبل برامجِ أَو أجهزةِ أخرى.

المثال الجيد هو الملفُ bom. ulp الذي يُولّدُ فاتورة الموادّ. مع لغةِ المستعملِ ببرنامج EAGLE يمكن للفرد أن يمتلك أداة قويَّة لتَعريف أوامر userspecific التي يُمْكِنُ أَنْ تُخصّصَ، على سبيل المثال، إلى مفتاح وظيفةِ معينة. رجاءً أنظر إلى الملفاتِ بالامتداد ulp *. وجزء لغة المستعملَ في وظيفة طلب المساعدة (Help) لتَكوين فكرة أفضل عن الإمكانياتِ المتأصّلةِ في البرنامجِ.

هناك برامج لغةِ مستعملِ إضافيةِ يُمْكِنُ أَنْ تُوْجَدَ على صفحاتِ موقع البرنامج على شبكة المعلومات : http://www.cadsoftusa.com/download.htm .

١١-١٢-٦ ملفات المخطوطةِ - مواجهة الدخل المرنةِ

Script Files - A Flexible Input Interface

ملفات المخطوطةِ هى عبارة عن ملفاتَ نَصِّية حيث يُمْكِنُ أَنْ تَحتوي على أيّ أمر للبرنامج EAGLE (انظر الأمر SCRIPT). تُمكّنُ ملفاتُ المخطوطةِ المستعملَ من تَطبيق وظائفه. لذا فإن المستعمل يتمتع بمواجهة دخل مرنةِ معرفة بجمل أوامر command syntax البرنامج EAGLE (انظر مساعدةَ البرنامج).

أبدأ بمحرّرَ المكتبةَ Library Editor واستعمل مخطوطةَ التصديرِ EXPORT SCRIPT بعد تحميل المكتبة لتَوليد ملف المخطوطةِ. وهذا عبارة عن مثال جيد للتَعَلّم حول جمل أوامر command syntax.

١١-١٣ مثال تطبيقي :

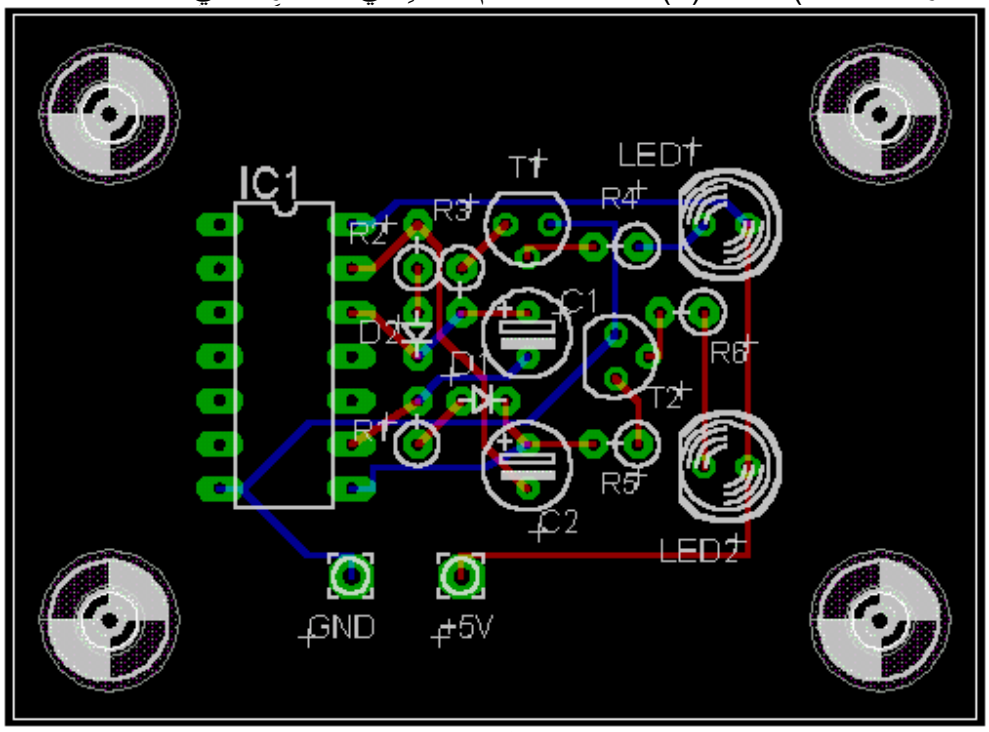
عندما يتم تنفيذ لوح دائرة إلكترونيةَ مطبوعةَ فعليةَ مستندة على بياناتِ مِنْ الحاسب المساعد في التصميم CAD ، فإن البيانات في صيغة Gerber يتم استعمالها في العديد مِنْ الحالاتِ.

بيانات Gerber هى عبارة عن صيغِ لبياناتَ قامت بإعدادها شركة جربر للأجهزة العلمية لتشغيل راسم فوتوجرافي. كُلّ المعلومات (مثل موقع الفتحة ، و المقاس، وسُمك الخَطّ، ..الخ.) لأَتْمَتَة صناعةِ لوح الدائرة المطبوعة تم التعبير عنها بشكل عددي بما يسمى ببياناتِ Gerber. و قد تم التوحيد القياسي لشكل Gerber كابيانات خرج للحاسب المساعد في التصميم CAD المستخدم في تصميم ألواح الدوائر المطبوعة. و يجدر بالذكر أن البيانات المتكونة خلال برنامج EAGLE هى بيانات خاصة بالبرنامج وليست بيانات على شكل Gerber . وهناك أيضاً بَعْض الشركاتِ التي تَقْبلُ بيانات (*.brd) EAGLE مثل شركة Olimex في بلغاريا.

و نريد أن نوجه النظر هنا إلى أن البياناتَ الخاصة ببرنامج EAGLE هى بيانات قابلة للتحويلُ لصيغة ملف Gerber من خلال الخطوات التاليةِ.

١١-١٣-١ فتح ملف لوح دائرة مطبوعة (*.brd) :

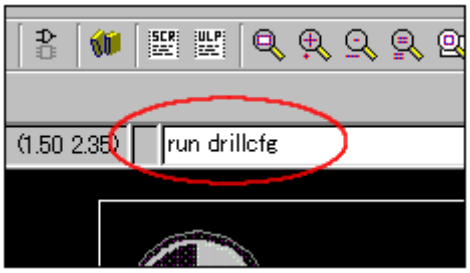
أولاً، قم بفتح المشروعَ الهدفَ من خلال واجهة التحكم للبرنامج ، ثم قم بإظهار ملف لوح الدائرة المطبوعة لدائرة المتعدّد الهزّاز المستقرّ A-stable multivibrator (نوع الدائرة المتكاملة)، شكل (٨) حيث سيستخدم كمثالٍ في التفسيرِ التالي



شكل (٨)

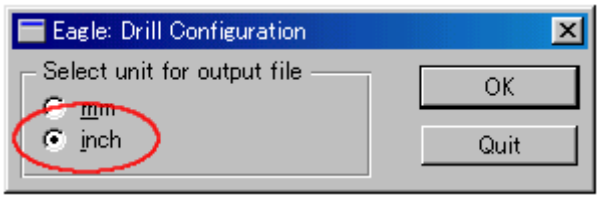
١١-١٣-٢ إنشاء ملف ترتيب الثقوب Drill Rack file

قم بكتابة العبارة run drillcfg في نافذة الكتابة بمحرر لوح الدائرة المطبوعة كما بالشكل (٩)، ثم قم بالنقر على مفتاح الإدخال.



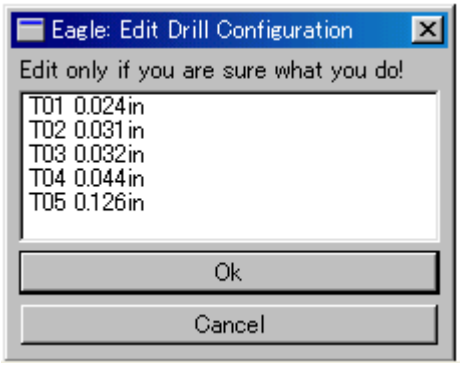
شكل (٩)

إختَرْ البوصةً كوحدة، وإضغطْ على الزرَّ OK كما بالشكل (١٠)



شكل (١٠)

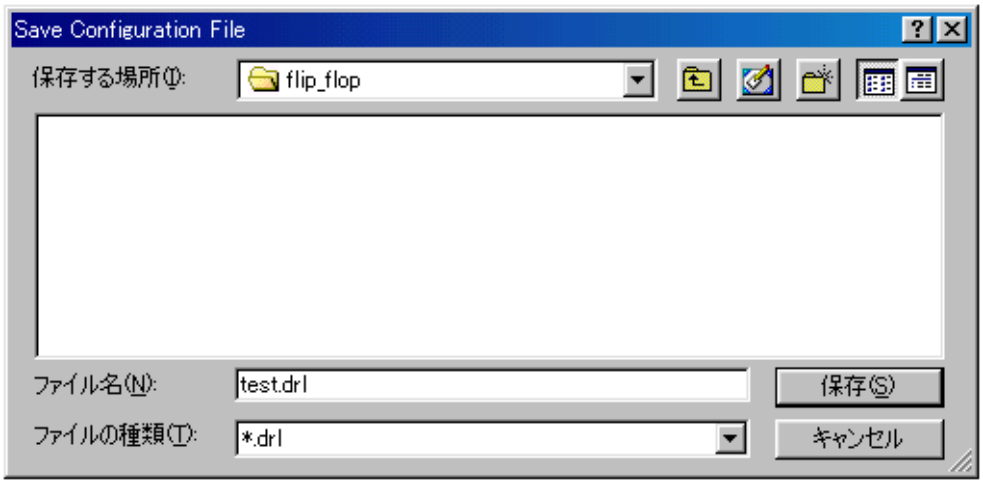
سوف تظهر الآن قائمةُ مقاسات المثقابَ المستخدمة. على هذه الشاشةِ، قم بالضْغطُ على الزرَّ موافق ، شكل (١١) ، بدون عَمَل أيّ شيءٍ، وتقدّمُ للخطوة التالية.



شكل (١١)

سوف يظهر صندوق الحوار الذي يقوم بحفظ ملف ترتيب الثقوب Drill Rack file (*.Drl)، شكل (١٢).

يَجِبُ عليك أَنْ تَحْفظَ هذا الملفِ في نفس المجلد كملف لوح دائرة مطبوعة (*.brd). المعلوماتُ المكتوبة في ملفِ اللوح يتم استخدامها في معالجِ الحاسب المساعد في التصميم CAM المؤدى في الخطوة التالية. لذا فإن الملف (drl . *) يَجِبُ أَنْ يَكُونَ في نفس المجلد.



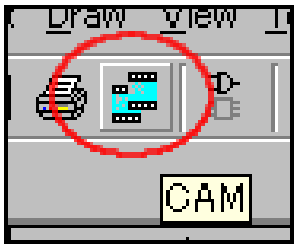
شكل (١٢)

القائمةُ التالية تعبر عن محتويات "test.drl ". وهي نفس المحتويات المعروضة على النافذةِ السابقةِ.

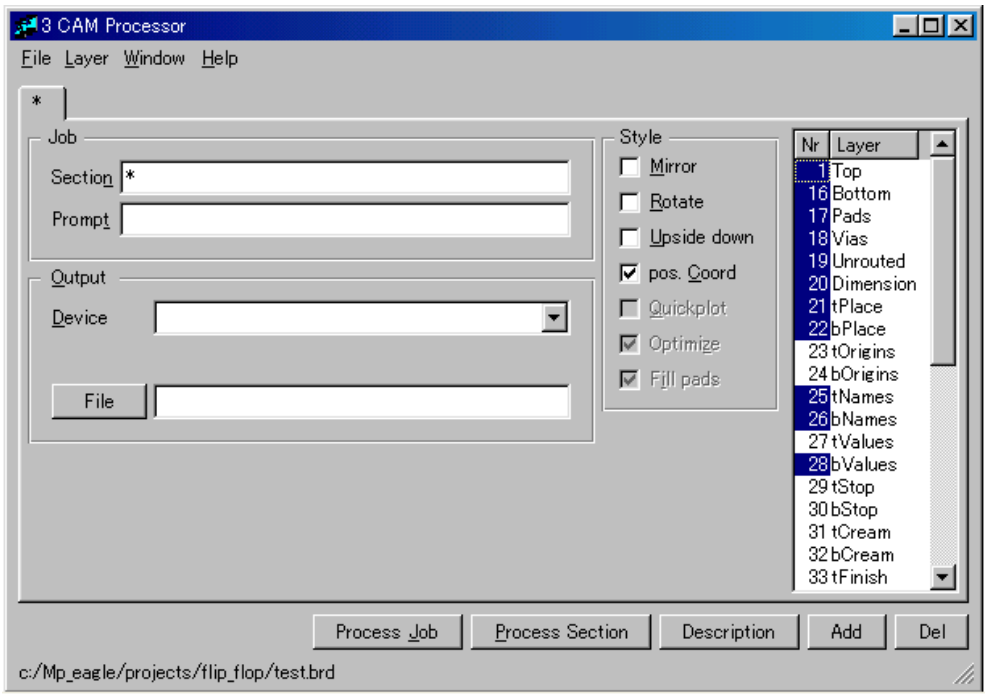
```
T01 0.024in
T02 0.031in
T03 0.032in
T04 0.044in
T05 0.126in
```

١١-١٣-٣ إنشاء ملفات إكسيلون للتثقيب Excellon drill files

إختـرْ "الحاسب المساعد للتصميم CAM " بشريط الأيقونات – شكل (١٣). حيث يظهر صندوق الحوار لمعالج الحاسب المساعد في التصميم CAM التالي ، شكل (١٤).

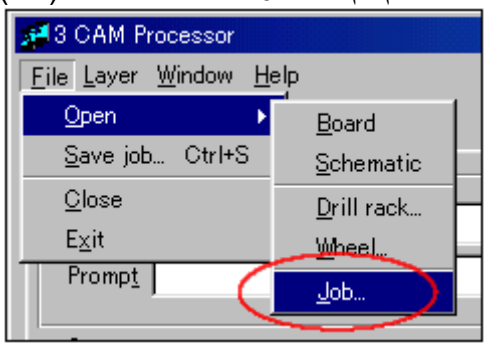


شكل (١٣)



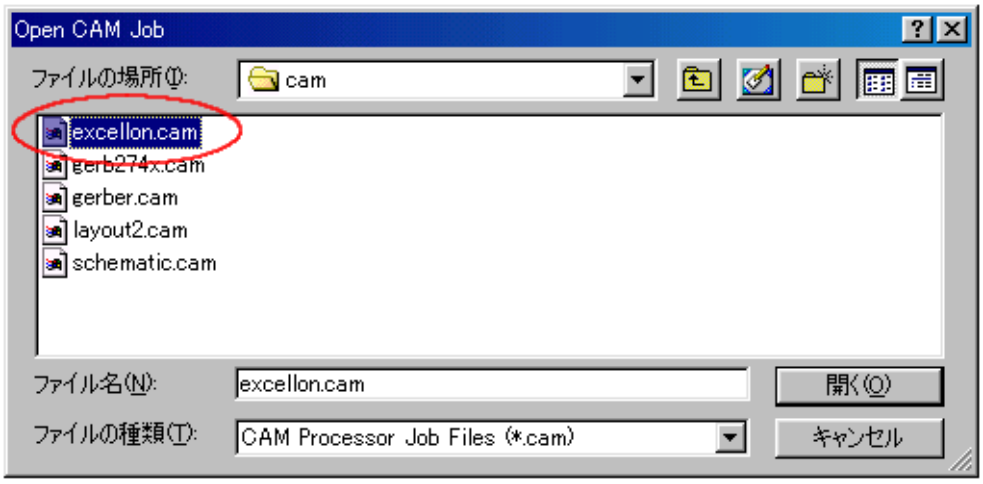
شكل (١٤)

اختر "Open" من القائمةِ المنسدلة " file " من خلال صندوق حوار معالجِ الحاسب المساعد في التصميم CAM، ثم قم باختيار "Job" – شكل (١٥).



شكل (١٥)

قم باختيار الملف "excellon.cam" مِنْ القائمةِ المعروضة، واضْغطُ على الزرَّ open – شكل (١٦).

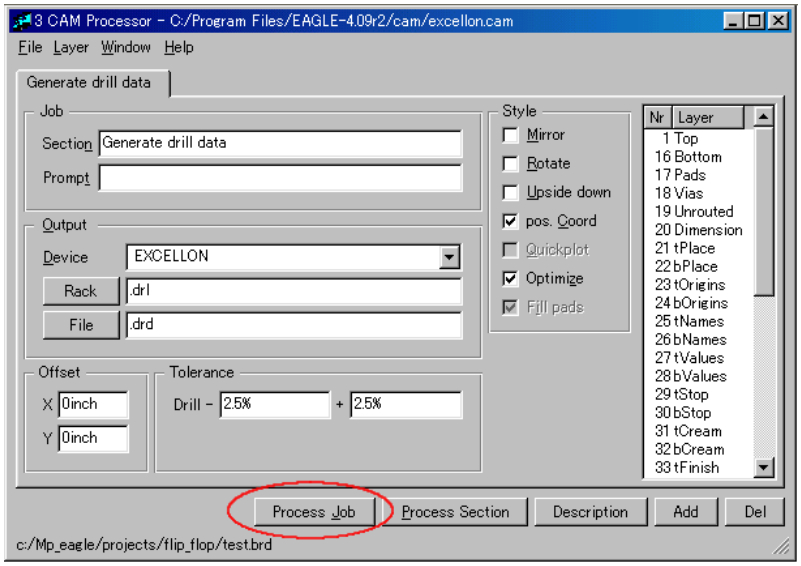


شكل (١٦)

قم بفحص إعدادَ موادَ وظيفة توليد بياناتِ التثقيب Generate drill data، و اضغط زر الوظيفة "Process Job" – شكل (١٧).

تترك موادَ الإعداد كما هى قياسية عندما تكون التفاصيل غير معروفة.

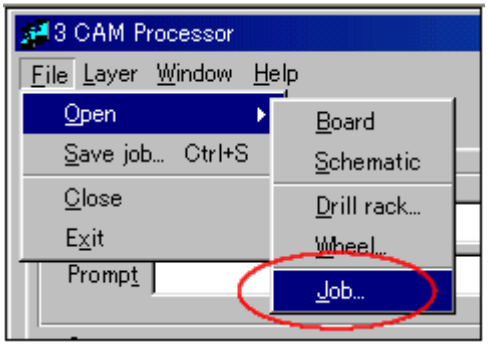
ملفات تثقيب إكسيلون Excellon drill files و هى (*.dri , *.drd) يتم الحصول عليها بهذه المعالجة.



شكل (١٧)

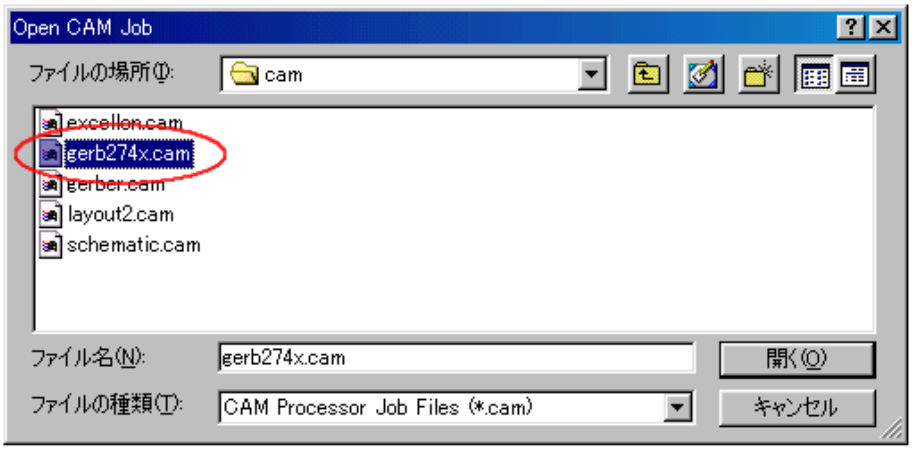
١١-١٣-٤ انشاء ملفات جربر Gerber files

أختر "الحاسب المساعد للتصميم CAM " من شريط الأيقونات. حيث يظهر صندوق الحوار لمعالج الحاسب المساعد في التصميم CAM. ثم اختر "Open" من القائمةِ المنسدلة " file " من خلال هذا الصندوق –شكل (١٨) ، ثم قم باختيار "Job" كما في خطوة إنشاء ملفات إكسيلون.



شكل (١٨)

اختر الملف "gerb274x.cam "مِنْ القائمةِ المَعْرُوضةِ، واضْغطُ الزرَّ open كما بالشكل (١٩). أما بالنسبة إلى ملف Gerber، فإن التوحيد القياسي EIA يكون الشائع لـه RS-274 .في صيغةِ تحكم الراسم (لأجهزة جربر العلمية GSI)، لَرُبَّمَا يكون المستعمل الملف " gerber.cam " .

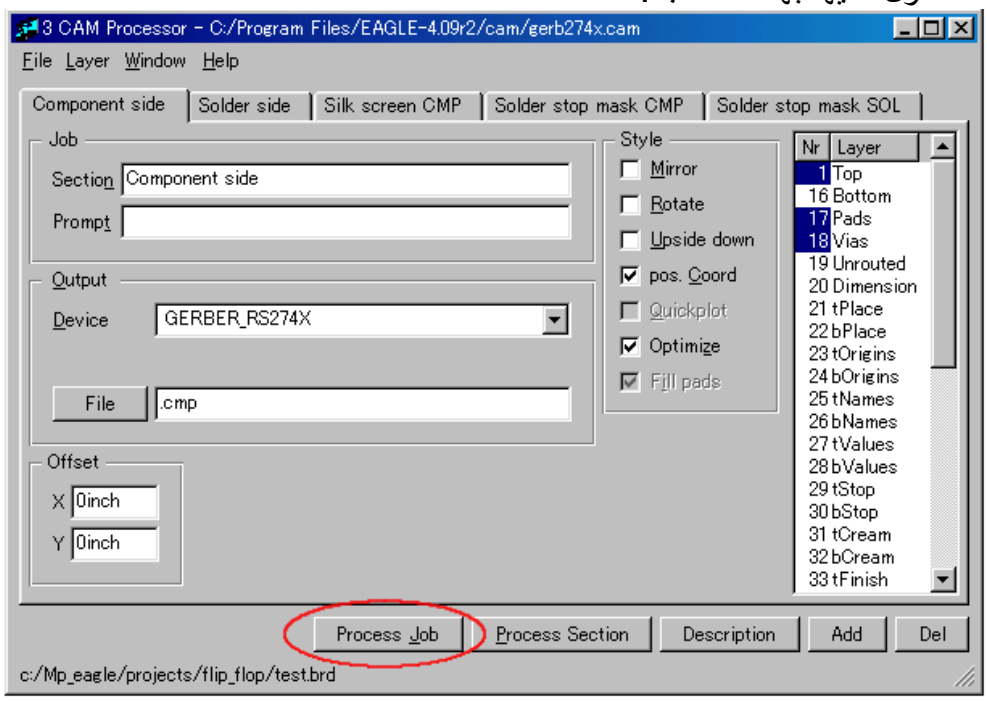


شكل (١٩)

قم بفحص إعدادَ موادَ وظيفة توليد بياناتِ التثقيب Generate drill data، و اضغط زر الوظيفة "Process Job" – شكل (٢٠).

تترك موادَ الإعداد كما هى قياسية عندما تكون التفاصيل غير معروفة.

ملفات جربر Gerber files و هى (*.cmp, *.sol, *.plc, *.stc, *.sts, *.gpi) يتم الحصول عليها بهذه المعالجة.



شكل (٢٠)

ملفات جربر Gerber التالية يُمْكِنُ الحصول عليها مِنْ خلال المعالجات السابقة

اسم الملف بالعربية	مختصر	اسم الملف بالانجليزية
بيانات ترتيب الثقوب	*.drl	Drill rack data
وصف ثقوب إكسيلون	*.drd	Excellon drill description
وصف أداة الثقب لإكسيلون	*.dri	Excellon drill tool description
بيانات جانب العناصر	*.cmp	Component side data
بيانات جانب اللحام	*.sol	Solder side data
بيانات الشاشة الحريرية لجانب العناصر	*.plc	Component side silk screen data
بيانات قناع ايقاف اللحام لجانب العناص	*.stc	Component side solder stop mask data
بيانات قناع ايقاف اللحام لجانب اللحام	*.sts	Solder side solder stop mask data
بيانات الراسم الضوئي لجربر	*.gpi	Gerber photoplotter information data

الملاحق

الملحق رقم (١) الطبقات و استخداماتها

- **في محرر تخطيط لوح الدائرة المطبوعة و التغليف:**

1	Top	Tracks, top side
2	Route2	Inner layer (signal or supply)
3	Route3	Inner layer (signal or supply)
4	Route4	Inner layer (signal or supply)
5	Route5	Inner layer (signal or supply)
6	Route6	Inner layer (signal or supply)
7	Route7	Inner layer (signal or supply)
8	Route8	Inner layer (signal or supply)
9	Route9	Inner layer (signal or supply)
10	Route10	Inner layer (signal or supply)
11	Route11	Inner layer (signal or supply)
12	Route12	Inner layer (signal or supply)
13	Route13	Inner layer (signal or supply)
14	Route14	Inner layer (signal or supply)
15	Route15	Inner layer (signal or supply)
16	Bottom	Tracks, bottom side
17	Pads	Pads (through-hole)
18	Vias	Vias (through all layers)
19	Unrouted	Airlines (rubber bands)
20	Dimension	Board outlines (circles for holes) *)
21	tPlace	Silk screen, top side
22	bPlace	Silk screen, bottom side
23	tOrigins	Origins, top side (generated autom.)
24	bOrigins	Origins, bottom side (generated autom.)
25	tNames	Service print, top side (component NAME)
26	bNames	Service print, bottom s. (component NAME)
27	tValues	Component VALUE, top side
28	bValues	Component VALUE, bottom side
29	tStop	Solder stop mask, top side (gen. autom.)
30	bStop	Solder stop mask, bottom side (gen. autom.)
31	tCream	Solder cream, top side
32	bCream	Solder cream, bottom side
33	tFinish	Finish, top side
34	bFinish	Finish, bottom side

```
35  tGlue      Glue mask, top side
36  bGlue      Glue mask, bottom side
37  tTest      Test and adjustment information, top side
38  bTest      Test and adjustment inf., bottom side
39  tKeepout   Restricted areas for components, top side
40  bKeepout   Restricted areas for components, bottom s.
41  tRestrict Restricted areas for tracks, top side
42  bRestrict Restricted areas for tracks, bottom side
43  vRestrict Restricted areas for via-holes
44  Drills     Conducting through-holes
45  Holes      Non-conducting holes
46  Milling    Milling
47  Measures   Measures
48  Document   Documentation
49  Reference Reference marks
51  tDocu      Detailed top screen print
52  bDocu      Detailed bottom screen print
```

- **في محرر الرسم التخطيطي و الرموز و العناصر :**

```
91  Nets       Nets
92  Busses     Busses
93  Pins       Buses
93  Pins       Connection points for component symbols
               with additional information
94  Symbols    Shapes of component symbols
95  Names      Names of component symbols
96  Values     Values/component types

*) Holes generate circles with their diameter in this
   layer. They are used to place restrictions on the
   Autorouter.
```

الطبقات يُمْكِنُ أَنْ تُستَعملَ بأسمائِها أَو أرقامها. الأسماء يُمكنُ أَنْ تَكُونَ الأسماء قد تَغيّرتْ بالأمر طبقةَ LAYER أَو في قائمةِ العرضَ DISPLAY . تظل وظائف الطبقاتِ الخاصّةِ .

إذا أردت إنشاء طبقاتِكَ الخاصةِ، رجاءً أستعمل أرقام الطبقات أعلاه و هي ١٠٠ طبقة. استعمل قائمةَ العرضَ DISPLAY لإنشاء الطبقاتِ الجديدةِ (الزرّ New) أَو أكتب الأمر LAYER في نافذة كتابة الأوامر. إذا أردت إنشاء، على سبيل المثال، الطبقة رقم ٢٠٠، ملاحظات، اكتب:

```
LAYER 200 Remarks
```

لإعداد أو تحميل اللونِ و أسلوب المليء لهذه الطبقة استخدم الأمر DISPLAY.

الملحق رقم (٢) ملفات البرنامج EAGLE :

يستخدم برنامج EAGLE الملفات المختلفة التالية:

Name	Type of file
*.brd	Layout
*.sch	Schematic
*.lbr	Library
*.ulp	User Language Program
*.scr	Script file
*.txt	Text file (also other suffixes)
*.dru	Design Rules
*.ctl	Control parameter for the Autorouter
*.pro	Autorouter protocol file
*.job	Autorouter job
*.b$$	Backup file of brd after finishing the Autorouter
*.cam	CAM Processor job
*.erc	Error file from electrical rule check
*.b#x	Backup file of BRD (x = 1..9)
*.s#x	Backup file of SCH (x = 1..9)
*.l#x	Backup file of LBR (x = 1..9)
*.b##	Automatic backup file of BRD
*.s##	Automatic backup file of SCH
*.l##	Automatic backup file of LBR

الملحق رقم (٣) نظرة سريعة على خيارات برنامج EAGLE :

لكي ننتج بياناتِ التصنيع، على سبيل المثال، بمعالجِ CAM، فإن برنامج EAGLE يمكنه يبدأ مباشرة من نافذة الطرفية تحت ليونكس Linux أو من نافذة لوحةِ مفاتيح console تحت النوافذ

حيث أن برامجُ النوافذِ تتخلى عن اتصالهم إلى لوحةِ المفاتيح فإنها قد تبدأ من، يُمْكِنُك أَنْ تَستعملَ الملفَ eaglecon. exe (واقع في التفريع الأصغر لـ demo/bin على CD-ROM إذا كنت تريد تشغيل معالج CAM من ملف batch .

هذا الإصدار من برنامج EAGLE يكون بالضبط نفسه كما في eagle.exe ، ماعدا أنّه لا يَفْصلُ مِنْ لوحةِ المفاتيح. اكتب eaglecon -؟ لقائمة خياراتِ معالجِ CAM. الخياراتَ التاليةَ مسموحة:

```
-Dxxx  Draw tolerance (0.1 = 10%)
-Exxx  Drill tolerance (0.1 = 10%)
-Fxxx  Flash tolerance (0.1 = 10%)
-N+    Suppress message prompts
-O+    Optimize pen movement
-Pxxx  plotter Pen (layer=pen)
-Rxxx  drill Rack file
-Sxxx  Script file
-Wxxx  aperture Wheel file
-X-    eXecute CAM Processor
-a-    emulate Annulus
-c+    positive Coordinates
-dxxx  Device (-d? for list)
-e-    Emulate apertures
-f+    Fill pads
-hxxx  page Height (inch)
-m-    Mirror output
-oxxx  Output filename/channel
-pxxx  Pen diameter (mm)
-q-    Quick plot
-r-    Rotate output 90 degrees
-sxxx  Scale factor
-t-    emulate Thermal
-vxxx  pen Velocity
-u-    rotate output 180 degrees
-wxxx  page Width (inch)
-xxxx  offset X (inch)
-yxxx  offset Y (inch)
```

حيث

```
xxx Further data, e.g. file name as with -W  or a
    decimal number as with -s.
    Examples:
     -W /home/user/eagle/project/aperture.whl
     -s 1.25
-  Default for option is off
+  Default for option is on
   Example:
```

```
    -e   Aperture Emulation on
    -e+  ditto
    -e-  Aperture Emulation off

Flag options (e.g. -e) can be used without repeating the
'-' character:

    -eatm   Aperture emulation on, annulus and thermal
            emulation on, mirror output

    -ea-t+  Aperture emulation on, NO annulus
            emulation, thermal emulation on
Defining tolerance values:

If there is no sign, the value applies to either direc-
tion,
+  signifies a positive tolerance,
-  a negative tolerance.

-D0.10           adjusts the draw tolerance to ±10%
-D+0.1 -D-0.05   adjusts the draw tolerance
                 to +10% and -5%
```

ملاحظات على الخيارات الفردية:

الحرف	الوصف	الحالة القياسية له
-D	تفاوت الرسم Draw Tolerance (0.1=10%)	Default: 0
-E	تفاوت التثقيب Drill Tolerance (0.1=10%)	0
-F	تفاوت الوميض Flash Tolerance (0.1=10%)	0
-N	الرسائل المكبوتة Supress messages هذا الخيارِ يكبت التحذيرات أو المعلومات الأخرى في نافذةِ لوحةَ المفاتيح (صندوق DOS، لوحة مفاتيح لاينكسِ). هكذا وظائف CAM تشتغل بدون توقفِ أو اضطراب.	off
-O	الأمثل في توجيه المسارات Route-optimizing بهذا الخيارِ، يمكن التحسين في توجيه المسارات للراسم بواسطة التشغيل و عدم	on

	التشغيل لهذه الخاصية	
مثال -P1=0 -P15=1	قلم الراسم (الطبقة=قلم) Plotter-Pen (Layer=Pen) إذا استعملْت رسام بقلمِ ملونِ، يُمْكِنُك تحديد أيّ طبقةَ سَترسم و بأيِ لونَ.	-P
	ملف توزيع الثقوب Drill Rack File بهذا الخيارِ تُعرّفُ المسار إلى أى ملف بجدول ترتيب الثقوب	-R
	ملف المخطوطة Script File عند فتح نافذةِ المحرّرَ، يقوم برنامج EAGLE بتنفّيذُ ملف eagle.scr . هذا الخيارِ يَسْمحُ لاسم مختلف أَو دليل مختلف لأن يكون مختاراً لملفِ المخطوطةَ. ملف المخطوطةَ لا يُقْرَأْ بمعالج CAM.	-S
	ملف عجلة الفتحات Aperture Wheel File يُعرّفُ هذا الخيارِ المسار إلى ملفِ العجلةَ الذي يَجِبُ أَنْ يَكُونُ مستعملاً	-W
	استدعاء نسخة نافذة الأوامر لمعالجِ CAM Calls command line version of the CAM Processor	-X
Off	محاكاة رمزِ عمود حلقي: Annulus Symbol Emulation	-a
on	الإحداثيات الموجبة Positive Coordinates إذا كان هذا الخيارِ تم إعداده فإن معالجَ CAM يكون بياناتَ بدون إحداثيات سلبيةِ. يتم تحريك الرسمِ إلى الإحداثيات صفر. هذا الخيارِ يُمْكِنُ أَنْ يعطل بواسطة الخيارِ -c-. رجاءً كُنْ حذراً بهذا الخيار، خصوصاً إذا استعملْت النسخ بالمرآة وأدرت الرسوم، لأن الإحداثيات السلبيَة عادة ما تسبب مشاكل.	-c

-d	الأداة Device هذا الخيارِ يحدد سواقة الخرج. الأمر التالي يوضح قائمة بالسواقات المتاحة : eagle -d?	
-e	محاكاة الفتحاتَ Emulate Apertures إذا تم اختيار هذا الخيارِ، فإن الفتحات التي لا تَوجِدُ يتم محاكاتها بالفتحاتِ الأصغرِ. إذا تم غلق هذا الخيارِ،فإنه لا يوجد فتحاتَ مُحاكاة. الفتحات الحرارية أو فتحات العمود الحلقي لَيسَت مُحاكَاة	off
-f	مليء الوسادات Fill Pads هذا الخيارِ يُمْكِنُ فقط أَنْ يَعْملُ بالأدواتِ العامةِ مثل Postscript	On لكل الأدوات
-h	ارتفاع الصفحةِ (بالبوصة) Page Height (inch) المنطقة الصالحة للطبع في الاتجاه y (بالبوصاتِ). الاتجاه Y هو الاتجاه الذي فيه يتم نقل الورقةُ. انظر أيضاً المعامل -w .	
-m	ناتج مرآةِ Mirror Output	Off
-o	اسم ملف الخرج Output File Name	
-p	قطر القلمِ [مليمتر] Pen Diameter [mm] يَستعملُ برنامج EAGLE مقياسَ قطرِ القلمَ ليحسب عددَ الخطوطِ المطلوبة متى تطلب مليء مناطقَ.	0
-q	الرسم السريع Quick Plot يُولّدُ مُسوّدة أَو خرج سريع، حيث يطبع فقط إطارات الكائنات الرسومية.	off

-r	إدارة الخرج Rotate Output يَدُار الخرج بـ٩٠ درجةِ.	0
-s	عامل التدريج Scale Factor تلك الأدواتِ التي لا تَستطيعُ تَغييرِ عامل التدريج (في قائمةِ معالجِ CAM)، لَهُا عامل تدريج مقداره ١.	1
-t	محاكاة الحراريات Emulate Thermals الأعمال فقط بالتمازج مع -e+.	
-u	إدارة الخرج بزاوية مقدارها ١٨٠ درجةِ Rotate Output by 180 degrees بالتمازج مع -r+ يُمْكِنُ الإدارة بزاوية مقدارها٢٧٠ درجةِ.	off
-v	سرعة القلم بالسنتيمترِ /ثانية Pen Velocity in cm/s هذا الخيارِ لرواسم القلمِ مدْعمُة بسرعات مختلفة. لاختيار السرعةَ القياسية، استعمال القيمة 0 .	0
-w	عرض الصفحةِ (بالبوصة) Page Width (inch) المنطقة الصالحة للطباعة في الاتجاه x . انظر أيضاً h -.	
-x	تعديل أو تعويض x (بالبوصة) Offset X (Inch) هذا الخيارِ يمكن أن يُستَعملَ لتَحريك نقطة أصلِ الرسم.	0
-y	تعديل أو تعويض Y (بالبوصة) Offset Y (Inch)	0

مثال لبدء تشغيل الملف eaglecon.exe :

```
eaglecon -X -dgerber -Waperture.whl -oboard.sol
-D-0.1 name.brd  pad via bottom
```

هذا يُولّدُ ملف جربر board.sol الذي يَحتوي بياناتَ الطبقاتِ Pads ، Vias، و Bottom. رسم الفتحات لَرُبَّما يكون لَها تَفاوت سلبي حتى ١٠ %.
كُلّ المعاملات يَجبُ أَنْ تُكْتَبَ في خَطّ مشترك!

الملحق رقم (٤) ترتيب (هيئة) قائمةِ النَصَّ :

بمساعدة ملف المخطوطةِ script file (ومثال على ذلك: - menu.scr) يُمْكِنُك أَنْ تُشكّلَ أو ترتب قائمة النَصِّ الخاصة بك.

```
# Command Menu Setup
#
# This is an example that shows how to set up a complex
# command menu, including submenus and command aliases.
MENU 'Grid {\
            Metric   {\
                       Fine   : Grid mm 0.1; |\
                       Coarse : Grid mm 1;\
                     } | \
            Imperial {\
                       Fine   : Grid inch 0.001; |\
                       Coarse : Grid inch 0.1;\
                     } | \
            On  : Grid On; | \
            Off : Grid Off;\
          }' \
     'Display {\
                Top    : Display None Top Pads Vias Dim; |\
                Bottom : Display None Bot Pads Vias Dim; |\
                Placeplan {\
                           Top : Display None tPlace Dim; |\
                           Bottom : Display None bPlace Dim;\
                           }\
               }'\
     '-'\
     'Fit : Window Fit;'\
     Add Delete Move ';' Edit Quit\
     ;
```

الخط المائل العائد backslash \ في نهايةِ السطر يوضح أنّ الأمر مستمر في السطر التالي. هنا يشتغل أمر القائمةَ MENU مِنْ السطر الأولِ بعد التعليق إلى السطر الأخيرِ. إشارة الأنبوب | يَجِبُ أَنْ تُستَعملَ إذا كان الأمر بين القوسين {} مَتبوعاً بأمر آخر.

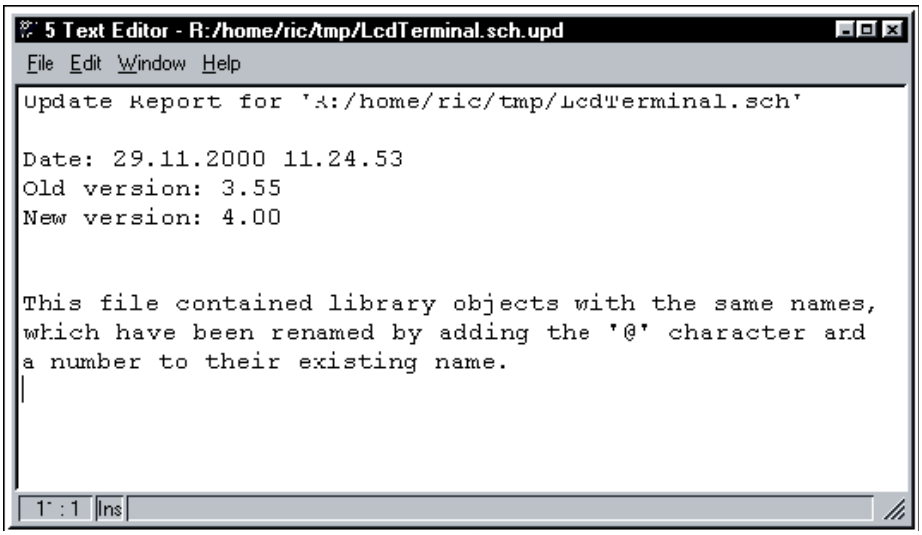
الملحق رقم (٥) متغيرات النص :

```
Text variable Meaning

>NAME          Component name (eventually + gate name) 1)
>VALUE         Component value/type                    1)
>PART          Component name                          2)
>GATE          Gate name                               2)
>SHEET         Sheet number of a circuit diagram       3)

>DRAWING_NAME   Drawing name
>LAST_DATE_TIME Time of the last modification
>PLOT_DATE_TIME Time of the plot creation

 1) Only for package and symbol
 2) Only for symbol
 3) Only for symbol or circuit diagram
```

الملحق رقم (٦) رسائل الأخطاء :

عند تحميل أى ملف When Loading a File

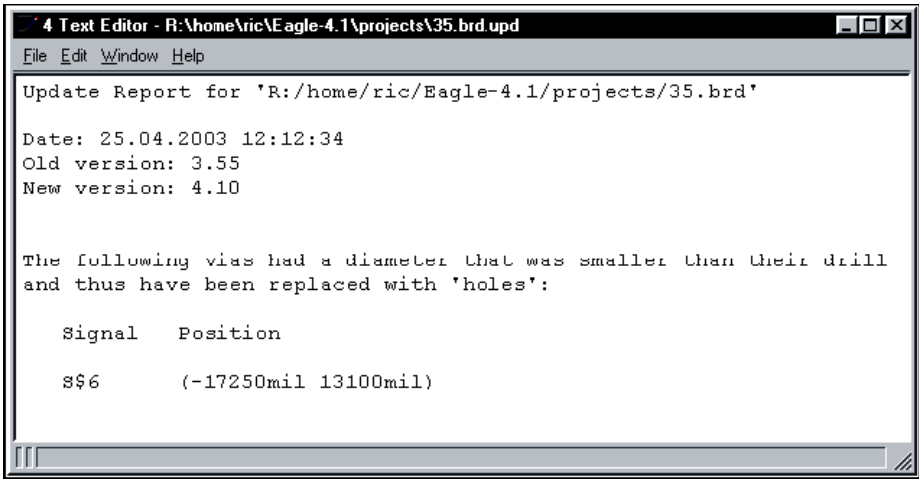
تُعارضُ المكتبةُ بنفس الأسماءِ.
يقوم محرّرُ النَصَّ بإيضاح هذه الرسالةِ إذا كنت تُحاولُ تَحميل ملفَ أقدمَ (BRD أَو SCH) والذي يَحتوي على نسخَ مختلفةَ من عناصر المكتبةِ. في هذه الحالةِ أضيفت الرموز الكتابية @١، @٢، @٣. . . إلى أسماءِ النبائط devices لكي يُمْكِنُ أَنْ يتم تمييّزَهم. هذه الرسالةِ يُمْكِنُ أَنْ تَظْهرَ أيضاً إذا استعملْت أمر القصّ CUT وأمر اللصق PASTE .



شكل (١)

استبدال الوسادة، نقطة عبور بفتحة Pad, Via Replaced with a Hole :

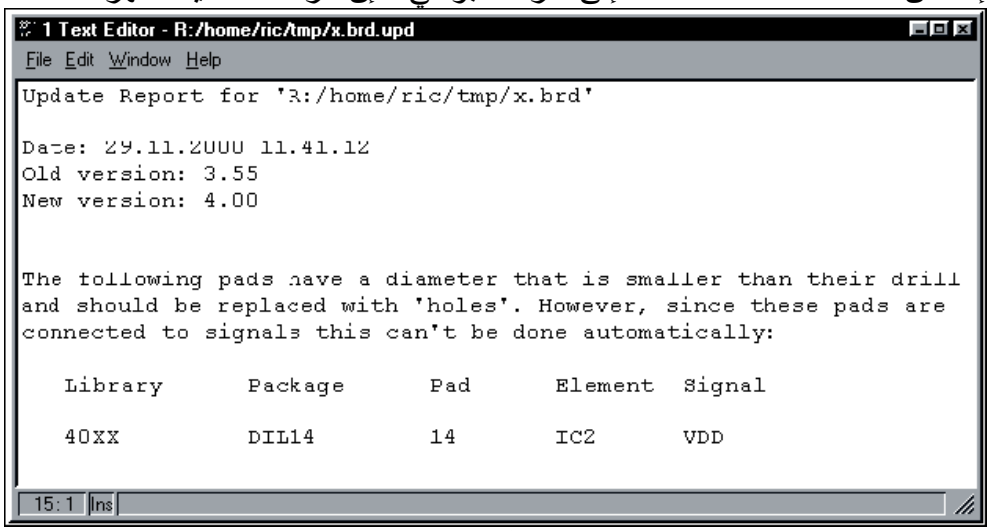
في النسخ الأقدم مِنْ برنامج EAGLE كان من الممكن تَعريف الوساداتِ التي فيها قطر الفتحةِ كَانَ أكبرَ مِنْ قطرِ الوسادةَ نفسها. هذا لَمْ يَعُدْ مسموح في النسخ الحديثة. إذا حاولْت تَحميل ملف مكتبةِ تم إنشاؤه بإصدار مبكر من برنامج EAGLE والذي يحتوي مثل هذه الوسادةِ، فإن الرسالة التالية تَظْهرُ:



شكل (٢)

إنّ الوسادةَ أَو نقطة العبور يتم تحويلها آلياً إلى فتحة hole ، زدَ على ذلك أنّه لَيسَ متصل بواسطة الأمر CONNECT إلى طرف دبّوسي في أحد العناصر العملية للمكتبةِ.

إذا كان هناك مثل هذا الاتصال إلى طرف دبّوسي، فإن الرسالة التالية تَظْهرُ:

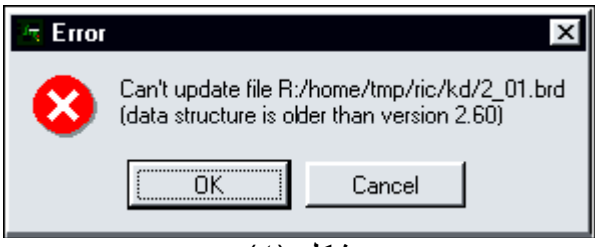


شكل (٣)

في مثل هذه الحالة فإنه يجب تحرير الملف يدوياً لكي يُصحّحَ الوسادةَ.

لا نستطيعُ تجديد الملفِ :

إذا ظْهرُت هذه الرسالةِ متى تم تحميل ملفَ لبرنامج EAGLE والذي انشيء مَع إصدار مبكر للبرنامج مِنْ ٢.٦٠ فإنه من الضروريُ أولاً لتَحويل الملفِ.



شكل (٤)

البرنامجَ update26.exe ، الذي يقع في الدليل أو التفريع eagle/bin، يكون مستعمل لهذا الغرضِ. إنسخْ الملفَ الذي سَيُحوّلُ إلى الدليلِ الذي يَحتوي كلا من البرنامج

update26.exe و الملفَ layers.new . ثمّ افْتحُ نافذة التشغيل DOS تحت النوافذ، وقم بالتغيير إلى هذا الدليلِ. اكتب الأمر:

```
update26 dateiname.ext
```

إنّ الملفَ قد تم تُحَوَّيلُه، حيث يُمْكِنُ أَنْ يُقْرَأَ بالإصدار الجديد لبرنامج EAGLE. إذا كان التحويلِ ناجحُ، فإن الرسالة في صندوقِ التشغيل DOS تكون : موافقة ...ok

إذا جاء في الرسالةِ العبارة "رجاءً تعريف بديلَ للطبقةِ xxx

Please define replacement for layer xxx

في الملف layers.new . فإن هذا يعني وجوب تعريف الطبقات الخاصة بك في تخطيط اللوح أو الرسم التخطيطي أو المكتبة.

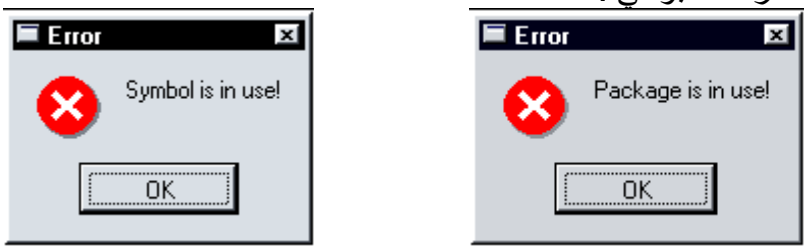
بسبب تركيبِ الطبقةِ الجديدِ المستعملَة منذ الإصدار ٢.٦، فإن أى رقم طبقة جديدة (أكبر مِنْ ١٠٠) يجب أنْ يُخصّصَ. هذا يَتطلّب منك تَحرير الملفَ layers.new مستخدماً محرر نص بسيط، مضاف، على سبيل المثال ، رقم طبقةِ جديدِ كسطر أخير للملفِ. إذا استعملت، على سبيل المثال، الطبقةَ رقم ٥٥، وأردت أن تعطيها الرقم ١٠٥، أدخل:

```
55  105
```

في مكتبة In a Library :

التغليف / رمز قيد الاستعمال :

إذا كان التغليف أو الرمز مستعملُ في العنصر العملي،فإنه لا وساداتَ أَو أطراف دبوسيه قَدْ تُحْذَفانِ أو تضافَا. لهذا تَظْهرُ الرسائلُ التاليةُ بعد اختيار أمر الوسادةِ PAD أو أمر الطرف الدبوسي :

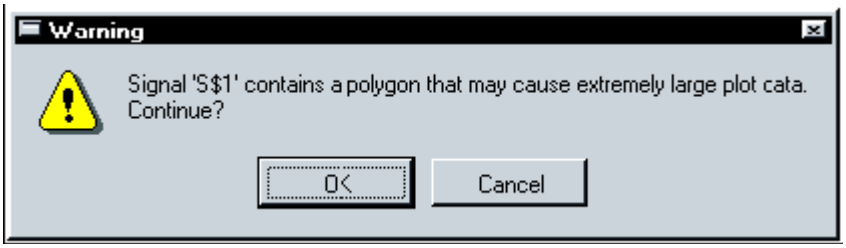


شكل (٥)

من المَسْمُوح بـه تَغيير CHANGE الأطراف الدبوسية أو الوساداتِ.لتَغيير عددِ الأطراف الدبوسية / الوسادات يَجِبُ عليك أَنْ تَحْذفَ العنصر العملي أو العناصر العملية المناظرة أولاً (الأمر REMOVE). تَظْهرُ هذه الرسالةِ أيضاً إذا حاولْت إزالة

أغلفة كاملةِ / رمز مِنْ المكتبةِ بالأمر REMOVE . يَجِبُ أَنْ تَحْذفَ العنصر العملي بالكامل أَو مغاير التغليف أَو رمز في العنصر العملي قبل ذلك.

في معالج CAM :
الإشارة تَحتوي مضلّع والذي قَدْ يُسبّبُ بيانات رسم كبيرة بشدة



شكل (٦)

تَظْهرُ هذه الرسالةِ دائماً إذا قمت برسم مضلّع إشارة في تخطيط اللوح والذي يكون فيه سُمك خَطّه أقل مِنْ درجة تحليل resolution سواقة الخرج المختارة (Device). لكي يَتفادى ملف الرسم الكبير الغير ضروري يَجِبُ أَنْ تُخصّصَ أعلى القيّمْ إلى عرضِ خَطِّ المضلّعَ (تغييرِ العرض بالأمر CHANGE).

الملحق رقم (٧) الإمتحانات :

نماذج

التمارين التعليمية
وامتحان نهاية الفصل الدراسي الثاني للعام ٢٠٠٨/٢٠٠٩
والامتحانات العملية بصالة الحاسب

كلية الهندسة الإلكترونية بمنوف

الفرقة الأولى — القسم العام

تاريخ الامتحان ٤ /٦ /٢٠٠٨ — زمن الامتحان: ٣ ساعات

الورقة الأولى — د/جابر الأبيض

رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

انظر الورقة الثانية د. أسامة زهران

تعليمات :

- **ممنوع استخدام الكوريكتور**
- **يستخدم القلم الرصاص أولاً للإجابة، و بعد التأكد من الإجابة الصحيحة يستخدم القلم الجاف لوضع علامة X في خانة الإجابة الصحيحة للسؤال في ورقة الإجابة**
- **لا يعتد بالإجابة عند اختيار إجابتين، و تحسب الإجابة صفراً**
- **قم بإعادة رسم جدول الإجابة الموجود في أخر صفحة في لوحة الرسم بنفس الأبعاد ثم أجب على الأسئلة التالية**

السؤال الأول (إجابة اختيارية) : ضع علامة X في خانة الإجابة الصحيحة لكل سؤال من الأسئلة التالية:

١	الرمز Symbol هو التمثيل البياني للعنصر المستخدم في	
	أ-لوح الدائرة المطبوعة Layout	ب-الرسم التخطيطي Schematic
	ج-رسم العناصر على ظهر اللوح المطبوع	د-جميع الإجابات السابقة.
٢	الهدف من رسم تغليف Package العنصر هو الحصول على	
	أ-أبعاد المجسم العملي للعنصر	ب-شكل توزيع الوسائد للعنصر
	ج-تحديد المسقط الهندسي للتثبيت	د-جميع الإجابات السابقة
٣	الدائرة التخطيطية Schematic هى الدائرة التي	
	أ- يمكن قراءة مواصفات العناصر كاملة	ب- يمكن قراءة الوظيفة من خلالها
	ج-يمكن قراءتها من اليمين لليسار	د-تعبر عن مراحل و وحدات الدائرة
٤	لوح الدائرة المطبوعة يطلق عليه بالإنجليزية	
	أ-Printed Circuit Board	ب-Printed Wiring Board
	ج-Layout	د-كل ما سبق
٥	من خواص السلك الهوائي Air wire	
	أ-توصيل غير موجه	ب-مطاطية
	ج-تتقاطع مع بعضها	د-كل ما سبق
٦	يقوم موجه التوصيل الآلي Autorouter	
	أ-بتوجيه الأسلاك الهوائية	ب-بتوجيه المسارات النحاسية track
	ج-بتوجيه الوصلات الكهربية Net	د-لا يوجد إجابة
٧	يقوم ثقب العبور Via	
	أ- بالتوصيل بين مسارين في طبقة واحدة	ب-بالتوصيل بين مسارين في طبقتين مختلفتين
	ج-بالتوصيل بين جزأي الدائرة التخطيطية	د-لتوصيل عنصر مثبت على واجهة الجهاز للدائرة
٨	ثقب العبور المستور Blind Via	

	أ-لربط مسارين في طبقة واحدة	ب- لربط مسار لطبقة القمة مع طبقة داخلية
	ج-لربط مسارين في طبقتين مختلفتين	د-لربط مسار لطبقة القمة مع مسار لطبقة القاع
٩	ثقب العبور المدفون Buried Via	
	أ- لربط مسارين في طبقتين مختلفتين	ب- لربط مسارين لطبقتين داخليتين
	ج- لتوصيل عنصر مثبت على واجهة الجهاز	د- لربط مسار لطبقة القمة مع مسار لطبقة القاع
١٠	ثقب العبور الدقيق Micro Via	
	أ- لربط مسارين لطبقتين داخليتين	ب-لربط الطبقة الخارجية مع طبقة داخلية تالية
	ج-لربط مسارين في طبقة واحدة	د- لربط مسارين في طبقتين مختلفتين
١١	اللب Core في الدوائر المطبوعة المتعددة الطبقات هو	
	أ-وسط عازل للوح المتعدد الطبقات	ب-الوسط العازل لطبقتين داخليتين
	ج-طبقة عازلة	د-طبقة عازلة يثبت علي وجهيها طبقتين نحاسيتين
١٢	الطبقة الرغوية العازلة Prepreg هى	
	أ-طبقة عازلة رغوية	ب-طبقة لاصقة بفعل الحرارة و الضغط
	ج-طبقة تقوم بالربط بين مجموعات اللب	د-كل ما سبق
١٣	يحدد فاحص قواعد التصميم Design Rule Check	
	أ- القواعد القياسية لتصميم اللوح	ب- حالات الخروج عن قواعد تصميم اللوح
	ج-قواعد تصميم اللوح التي تم اختيارها	د-حالات تطابق قواعد التصميم القياسية
١٤	يقوم فاحص القواعد الكهربائية Electrical Rule Check	
	أ-بمراجعة العلاقة بين التخطيطية و المطبوعة	ب-التنبيه عن أى خطأ لترابط التخطيطية مع المطبوعة
	ج-بمراجعة الرموز البيانية لعناصر الدائرة	د-بمراجعة الخرج و الدخل للدائرة
١٥	تستخدم الوسادة النحاسية Pad	
	أ- كأداة تثبيت لطرف العنصر	ب- كنقطة لحام لطرف العنصر
	ج-كمنطقة إسناد لطرف العنصر	د-كنقطة ربط ميكانيكي لطرف العنصر
١٦	إزاحة الثقب عن مركز الوسادة Breakout هو	
	أ- التسجيل الرديء بين الثقب و الوسادة	ب- إزاحة الثقب عن مركز الوسادة
	ج-تطابق مركز الثقب و مركز الوسادة	د-تساوي قطر الثقب و قطر الوسادة
١٧	الطرف الدبوسي Pin هو	
	أ-نقطة الاتصال على الرمز البياني	ب-خطوط التوصيل بين الرموز البيانية للعناصر
	ج-مسارت التوصيل في الدائرة التخطيطية	د-كل ما سبق
١٨	الحلقة المتبقية Annular Ring هى	
	أ-المساحة النحاسية المتبقية من الوسادة بعد ثقبها	ب- المساحة النحاسية للوسادة
	ج-المساحة النحاسية بين وسادتين	د-المساحة النحاسية بين ثلاث وسائد
١٩	الأيقونة Ratsnest تقوم	
	أ- بحساب أطوال الخطوط الهوائية الأقصر	ب- بحساب أطوال المسارات النحاسية الأقصر
	ج-بتهيئة الخطوط الهوائية	د-بتهيئة المسارات النحاسية الأقصر
٢٠	المسار العمومي Bus هو	
	أ-خطوط نقل البيانات Data	ب-المسار الذي يضم عدد من الوصلات الشبكية المتجاورة
	ج-خطوط العناوين Address	د-كل ما سبق
٢١	المختصر الانجليزي لعناصر التثبيت السطحي SMD يعني بالإنجليزية	

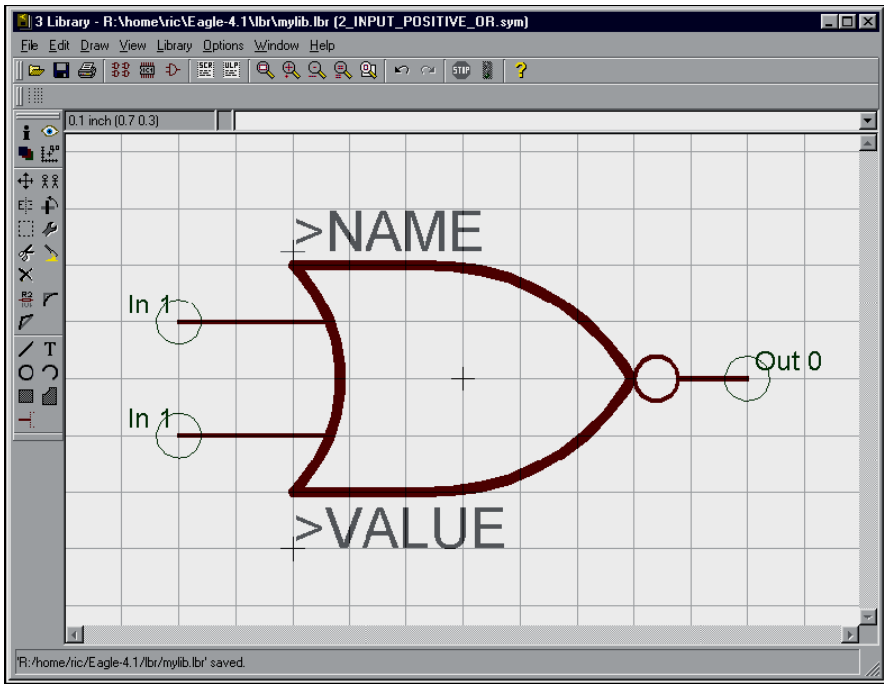
	أ- Surface Mount Devices	ب- Surface Maintain Devices
	ج-Surface Mount Designs	د-Surface Made Devices
٢٣	طبقة النحاس الأساسية Base Copper الملتصقة على اللوح المطبوع هى	
	أ- الطبقة النحاسية قبل تشكيلها	ب- الطبقة النحاسية بعد تشكيلها
	ج-الطبقة النحاسية و اللوح العازل	د-لا يوجد إجابة صحيحة
٢٤	النموذج الأولي Prototype لأى دائرة أو جهاز هو	
	أ-نواة تصميم أى خط انتاج	ب-الخطوات الأولى لوضع استراتيجية التصنيع
	ج-دراسة خطوات التصنيع الأولى لجهاز	د-كل ما سبق
٢٥	شكل الهبوط Landing Pattern في التجميع الإلكتروني هو	
	أ- مجموعة الوسائد لتغليف العنصر	ب- مجموعة الأطراف الدبوسية للعنصر
	د-مجموعة الوسائد للدائرة المطبوعة	د-لا يوجد إجابة صحيحة
٢٦	يعتبر واجهة التحكم Control Panel	
	أ- مركز تحكم البرنامج	ب-مدخل البرنامج
	د-نافذة البرنامج	د- لا يوجد إجابة صحيحة
٢٧	تقوم الأيقونة Smash	
	أ- بفصل نص الاسم و القيمة عن رمز العنصر	ب- بفصل الاسم عن قيمة رمز العنصر
	ج-بفصل القيمة عن اسم رمز العنصر	د-لا يوجد إجابة صحيحة
٢٨	تقوم الأيقونة Pinswap	
	أ- بمبادلة طرفين بمستويي مبادلة 0 و 0	ب- بمبادلة طرفين بمستويي مبادلة 50 و 0
	ج- بمبادلة طرفين بمستويي مبادلة 0 و80	د- بمبادلة طرفين بمستويي مبادلة 100 و 100
٢٩	تقوم الأيقونة Gateswap	
	أ-بمبادلة طرفى بوابة	ب-بمبادلة بوابتين لهما مستوى مبادلة 0 و 0
	ج- بمبادلة بوابتين لهما مستوى مبادلة 1 و1	د- بمبادلة طرفين لهما مستوى مبادلة 1 و 1
٣٠	الأيقونة Wire	
	أ-تعتبر كائن رسومي في نافذة المكتبة	ب-تعتبر توصيل كهربي في نافذة تخطيط اللوح
	ج-كل ما سبق	د-لا يوجد إجابة صحيحة

السؤال الثاني(اجابة اختيارية) : ضع علامة X في خانة الإجابة الصحيحة لكل سؤال من الأسئلة التالية:

٣١	هذه الأيقونة تقوم: أ-بتثقيب اللوح المطبوع ب-بإعداد خواص الشبكة البيانية ج-كل ما سبق	٣٢	هذه الأيقونة تقوم: أ- بتغيير الخواص في الكائن الرسومي ب-بصيانة الكائن الرسومي ج-بفك و ربط نقاط الوصل بالرسم
٣٣	هذه الأيقونة تقوم : أ-بسحب البوابات الإلكترونية ب-بإضافة عناصر إلى مساحة الرسم ج-بتحريك العناصر على الرسم	٣٤	هذه الأيقونة تقوم : أ- بمبادلة طرفى العنصر ب-بتوسيع المسافة بين طرفى العنصر ج-بتوصيل طرفى العنصر

٣٥	هذه الأيقونة تقوم : أ- بتصغير أو تكبير الرسم ب-بتحريك أى كائن رسومي ج-كل ما سبق	٣٦	هذه الأيقونة تقوم : أ- برسم الوصلات في محرر تخطيط اللوح ب-برسم الوصلات في المحرر التخطيطي ج-كل ما سبق
٣٧	هذه الأيقونة تقوم : أ- برسم المسار العمومي باللوح المطبوع ب-برسم المسار العمومي بالدائرة التخطيطية ج-برسم كابل الفرعات المجمعة في الكابينة	٣٨	هذه الأيقونة تقوم : أ- بفحص قواعد الكهرباء ERC ب-بتكبير العناصر لرؤيتها ج-لا يوجد إجابة صحيحة
٣٩	هذه الأيقونة تقوم : أ-بحساب أقصر المسارات النحاسية ب- بحساب أقصر الخطوط الهوائية ج-كل ما سبق	٤٠	هذه الأيقونة تقوم : أ- ببدء تشغيل الموجه الآلي قبل الإعداد ب-ببدء تشغيل الموجه الآلي بعد الإعداد ج-لا يوجد إجابة صحيحة

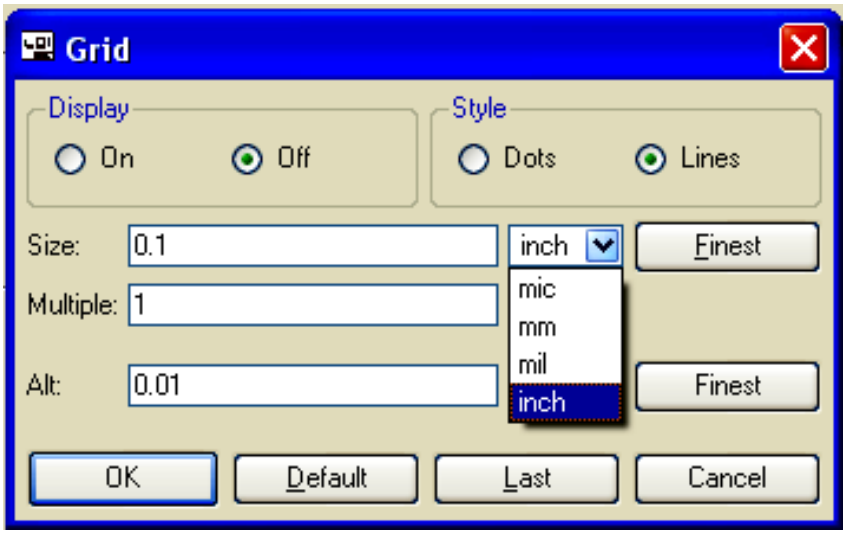
السؤال الثالث (صح و خطأ) : راجع الشكل التالي ثم ضع علامة X في خانة الاجابة الصحيحة لكل سؤال من الاسئلة التالية



٤١	النافذة المفتوحة أمامك لرسم رمز بياني	٤٢	المسافة بين خطوط الشبكة 0.1 بوصة

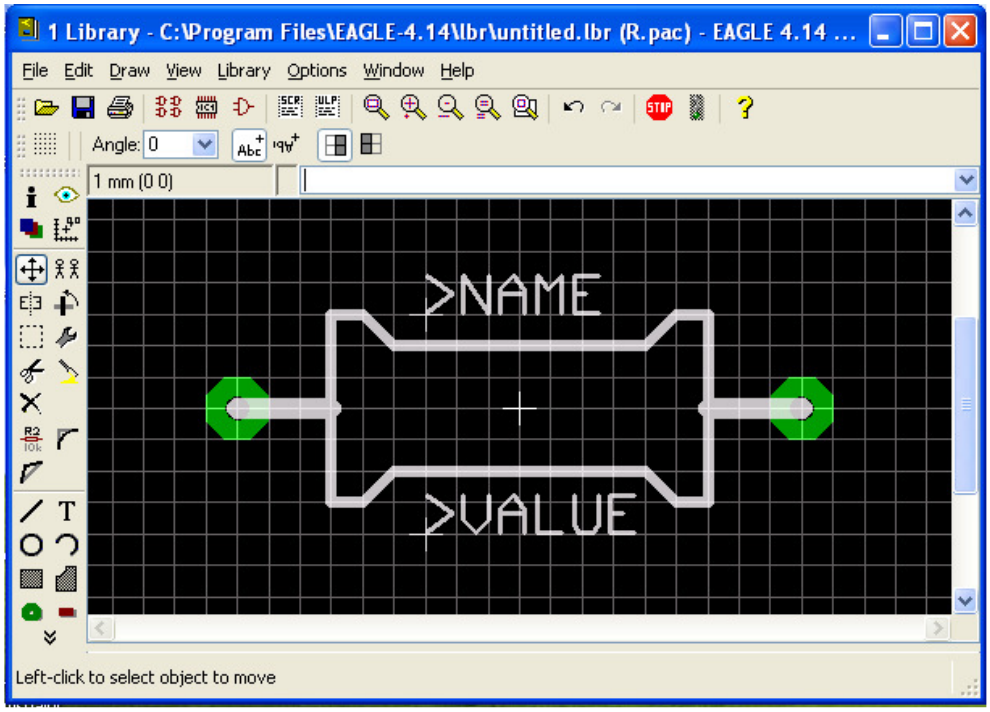
٤٣	يمكن التبديل بين أطراف الرمز الثلاث	٤٤	لا يمكن التبديل بين طرفي الدخل للرمز
٤٥	يقع مؤشر الرسم عند (0.7, 0.3)	٤٦	تعريف direction الدخل على الرسم Out
٤٧	تعريف direction الدخل على الرسم In	٤٨	خطوط الشبكة البيانية غير ظاهرة
٤٩	نقطة الأصل أو المنشأ للعنصر في المركز	٥٠	نقطة الأصل للعنصر ليست في المركز

السؤال الرابع (صح و خطأ) : راجع الشكل التالي ثم ضع علامة X في خانة الاجابة الصحيحة لكل سؤال من الاسئلة التالية



٥١	الإظهار للشبكة البيانية موجود	٥٢	خطوط الشبكة البيانية عبارة عن نقاط
٥٣	وحدة القياس المختارة هى المليمتر	٥٤	وحدة القياس المختارة هى البوصة
٥٥	المسافة بين خطوط الشبكة 0.1mil	٥٦	المسافة بين خطوط الشبكة 0.05 بوصة
٥٧	الإظهار لكل خط من خطوط الشبكة	٥٨	الإظهار لكل أربعة خطوط للشبكة البيانية
٥٩	للعودة للوحدات القياسية نضغط Default	٦٠	للعودة لوحدات سابقة نضغط Last

السؤال الخامس (صح و خطأ) : راجع الشكل التالي ثم ضع علامة X في خانة الاجابة الصحيحة لكل سؤال من الاسئلة التالية



٦١	النافذة المفتوحة أمامك لرسم رمز بياني	٦٢	المسافة بين خطوط الشبكة 0.1 بوصة
٦٣	يقع مؤشر الرسم عند (0.7, 0.3)	٦٤	نقطة الأصل أو المنشأ للعنصر في المركز
٦٥	نقطة الأصل للعنصر ليست في المركز	٦٦	النافذة المفتوحة أمامك لرسم تغليف عنصر
٦٧	طول جسم العنصر يساوي ١٢ مليمتر	٦٨	قطر جسم العنصر في المنتصف ٤ مليمتر
٦٩	الأيقونة النشطة هى أيقونة الوسادة Pad	٧٠	الأيقونة النشطة هى أيقونة النسخ Copy
٧١	الأيقونة النشطة هى أيقونة السلك Wire	٧٢	الأيقونة النشطة هى أيقونة التحريك Move

٧٣	المسافة بين خطوط الشبكة ١مليمتر	٧٤	اسم الملف untitled.lbr(R.sym)

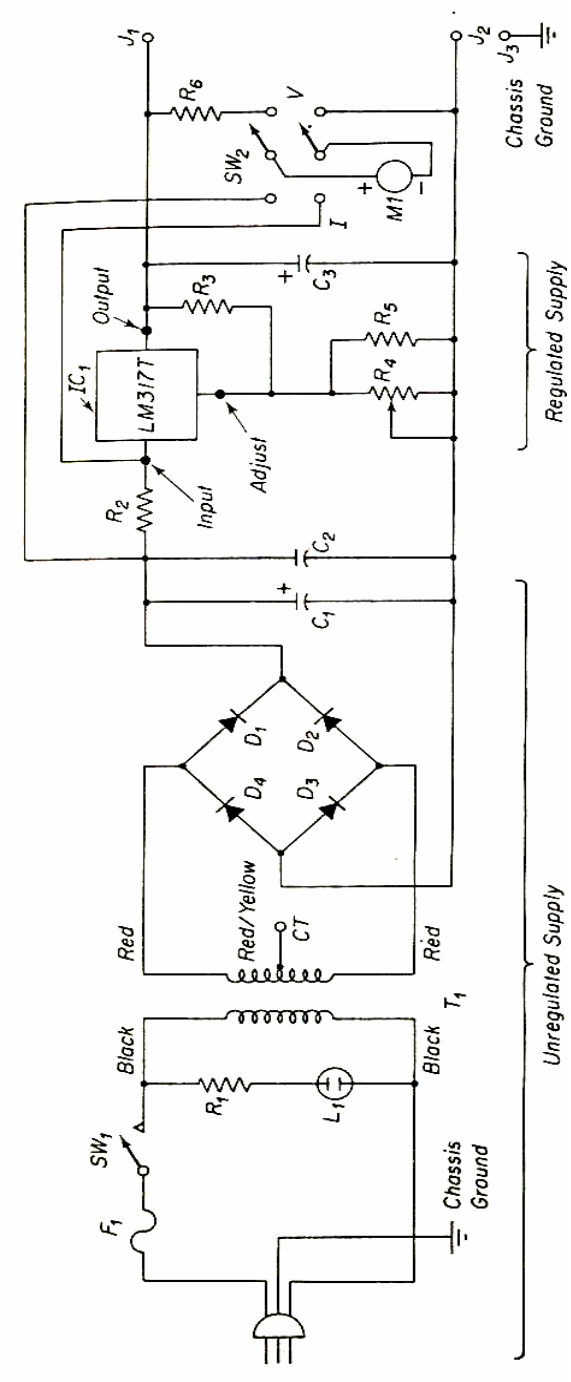
	أ	ب	ج	د		أ	ب	ج	د
١		○			٢				○
٣		○			٤				○
٥				○	٦		○		
٧		○			٨		○		
٩		○			١٠		○		
١١		○			١٢				○
١٣		○			١٤		○		
١٥		○			١٦	○			
١٧	○				١٨	○			
١٩	○				٢٠				○
٢١	○				٢٢				
٢٣	○				٢٤				○
٢٥	○		○		٢٦	○			
٢٧	○				٢٨				○
٢٩			○		٣٠			○	
٣١		○			٣٢	○			
٣٣		○			٣٤	○			
٣٥		○			٣٦	○			
٣٧		○			٣٨	○			
٣٩		○			٤٠		○		

	✓	✗		✓	✗
٤١	○		٤٢	○	
٤٣		○	٤٤		○
٤٥	○		٤٦		○
٤٧	○		٤٨		○
٤٩	○		٥٠		○
٥١		○	٥٢		○
٥٣		○	٥٤	○	
٥٥		○	٥٦		○
٥٧	○		٥٨		○
٥٩	○		٦٠	○	
٦١		○	٦٢		○
٦٣		○	٦٤	○	
٦٥		○	٦٦	○	
٦٧	○		٦٨	○	

٦٩		○		٧٠		○	
٧١		○		٧٢	○		
٧٣	○			٧٤	○		

التمرين الأول لمادة رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية بصالة الحاسب

المطلوب تكوين ملفات تنفيذ الدائرة الإلكترونية لوحدة تغذية قدرة مستمرة متغيرة الجهد على برنامج EAGLE



قائمة بعناصر الدائرة و بعض المواصفات

Parts list

IC_1 — LM317T — positive adjustable regulator (TO-220 package) with #6 fiber shoulder washer and thermalloy #43-77-2 thermofilm mica washer

D_1 through D_4 — 1N4001 diodes 1 A @ 50 PIV or equivalent

T_1 — transformer, secondary 25.2 Vac, 2 A Triad F41-X or equivalent

F_1 — fuse, 400 mA, 250 Vac slow-blo

SW_1 — SPST slide switch

SW_2 — DPDT slide switch

M_1 — 1 mA full scale current, 1000 Ω meter resistance meter movement, ranges (0 to 25 Vdc and 0 to 1 Adc)

J_1 through J_3 — banana jacks

L_1 — NE51

R_1 — 220 kΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%

R_2 — 1Ω, 2 W, 1%

R_3 — 240 Ω, $\frac{1}{2}$ W, 5%

R_4 — 10 kΩ, 2 W linear taper potentiometer

R_5 — 5.6 kΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%

R_6 — 24 kΩ, $\frac{1}{2}$ W, 5%

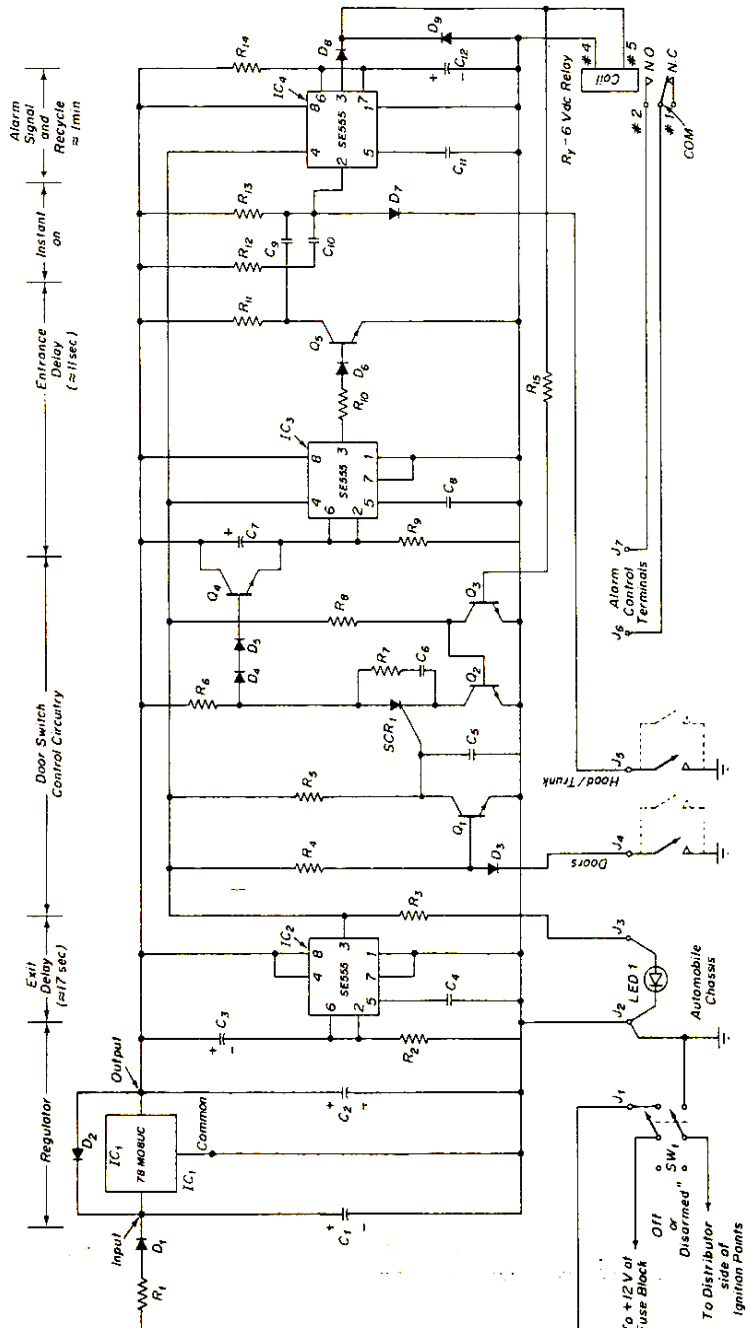
C_1 — 1000 μF, 50 WVDC electrolytic capacitor

C_2 — 0.1 μF, 100 WVDC disc capacitor

C_3 — 10 μF, 35 WVDC tantalum electrolytic capacitor

التمرين الثاني لمادة رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية بصالة الحاسب

المطلوب تكوين ملفات تنفيذ الدائرة الإلكترونية لنظام إنذار تأمين السيارة على برنامجEAGLE



قائمة بعناصر الدائرة و بعض المواصفات

Parts list

IC_1 – 78MO8UC positive 8 Vdc IC regulator
IC_2, IC_3, IC_4 – SE555 timer
Ry – 6Vdc relay (Guardian series 1345 pc mount SPDT–NO)
SCR_1 – C106B1
Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – 2N3904 NPN transistor
D_1, D_3, D_7, D_8, D_9 – 1N4001 diodes (I_o=1A PIV = 50V)
D_2, D_4, D_5, D_6 – 1N914 diodes (I_o = 10mA PIV = 75V)
C_1, C_2, C_3, C_7, C_{12} – 4.7μF@ 15 WVDC tantalum capacitors
C_5, C_6, C_9 – 0.1μF disc capacitors
C_4, C_8, C_{11} – 0.01μF disc capacitors
C_{10} – 0.001μF disc capacitor
R_1 – 15Ω, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_2 – 3.3MΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_3 – 220Ω $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_4 – 100KΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_5, R_{10} – 10KΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_6 – 180Ω, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_7 – 10Ω, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_8, R_{11}, R_{12}, R_{15} – 1KΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_9 – 2.2MΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_{13} – 22KΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
R_{14} – 10MΩ, $\frac{1}{2}$ W, 10%
SW_1 – DPDT switch
LED_1 – Light emitting diode
Seven terminal barrier strip and assorted hardware

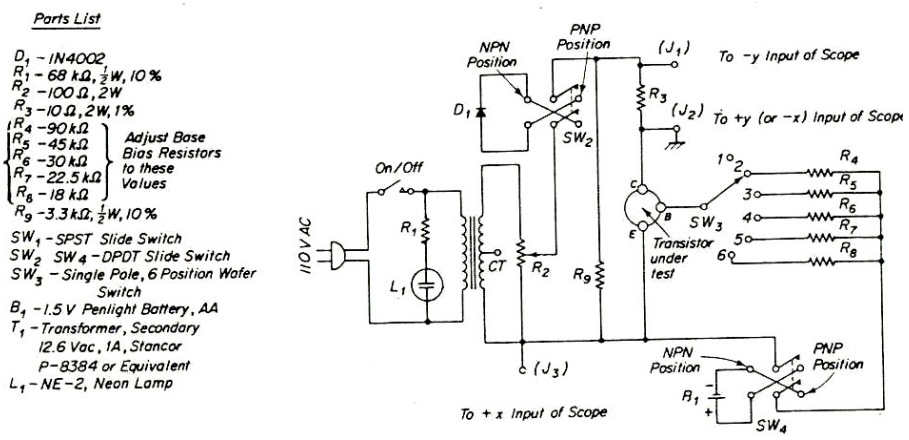
الاختبار العملي (١)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	**توقيع الطالب:**
الرقم الأكاديمي:	**الرقم المسلسل بالكشف:**
رقم الفصل :	**الدرجة:**
ملاحظات:	

المطلوب رسم الدائرة التخطيطية الموجودة أمامك بالشكل التالي و تحويلها إلى دائرة مطبوعة ثم الإجابة على نفس الورقة على الأسئلة التي تتلو الشكل:



١-اذكر العناصر التي لا ترسم في الدائرة التخطيطية:

٢-أين ستوضع العناصر المرفوعة (السابقة) ؟

٣-أذكر مساحة الدائرة المطبوعة التي سيتم تثبيت عناصر الدائرة التخطيطية عليها:

٤-اكتب عدد التحذيرات و الأخطاء التي ظهرت عند تنفيذ الدائرة التخطيطية، هل تم علاجها؟

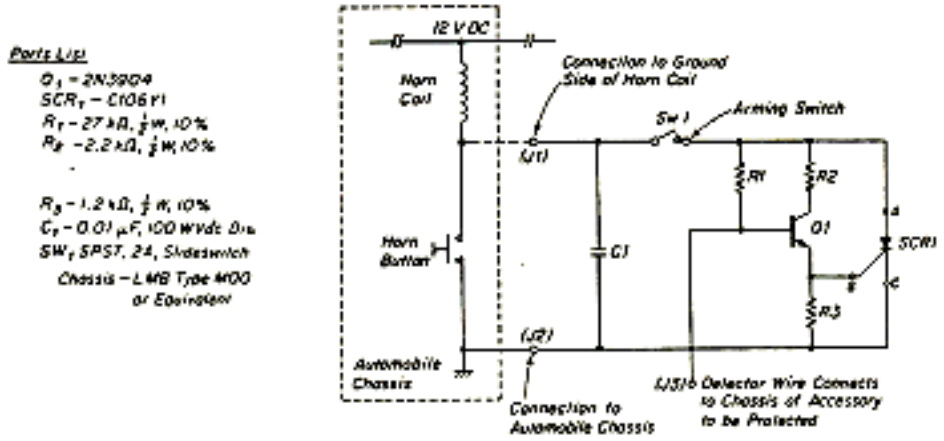
الاختبار العملي (٢)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم الدائرة التخطيطية الموجودة أمامك بالشكل التالي و تحويلها إلى دائرة مطبوعة ثم الإجابة على نفس الورقة على الأسئلة التي تتلو الشكل (اعتبر جزء الدائرة المرسوم في الشكل المتقطع غير موجود):



١-اذكر العناصر التي لا ترسم في الدائرة التخطيطية:

٢-أين ستوضع العناصر المرفوعة (السابقة) ؟

٣-أذكر مساحة الدائرة المطبوعة التي سيتم تثبيت عناصر الدائرة التخطيطية:

٤-اكتب عدد التحذيرات و الأخطاء التي ظهرت عند تنفيذ الدائرة التخطيطية، هل تم علاجها؟

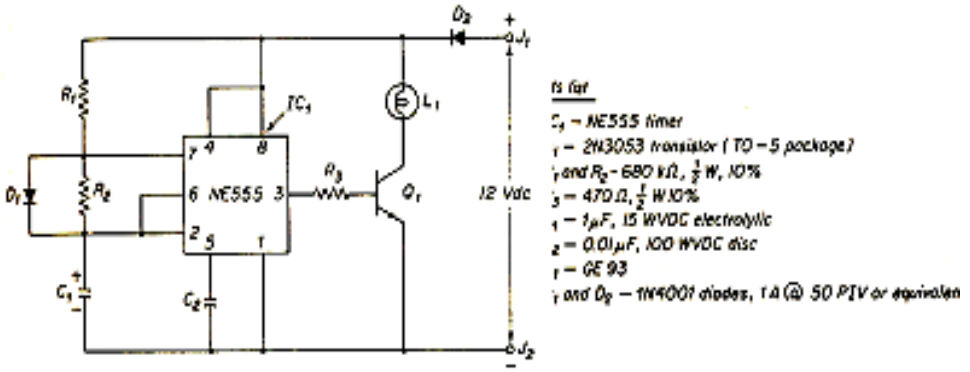
الاختبار العملي (٣)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم الدائرة التخطيطية الموجودة أمامك بالشكل التالي و تحويلها إلى دائرة مطبوعة ثم الإجابة على نفس الورقة على الأسئلة التي تتلو الشكل:



١-اذكر العناصر التي لا ترسم في الدائرة التخطيطية:

٢-أين ستوضع العناصر المرفوعة (السابقة) ؟

٣-أذكر مساحة الدائرة المطبوعة التي سيتم تثبيت عناصر الدائرة التخطيطية:

٤-اكتب عدد التحذيرات و الأخطاء التي ظهرت عند تنفيذ الدائرة التخطيطية، هل تم علاجها؟

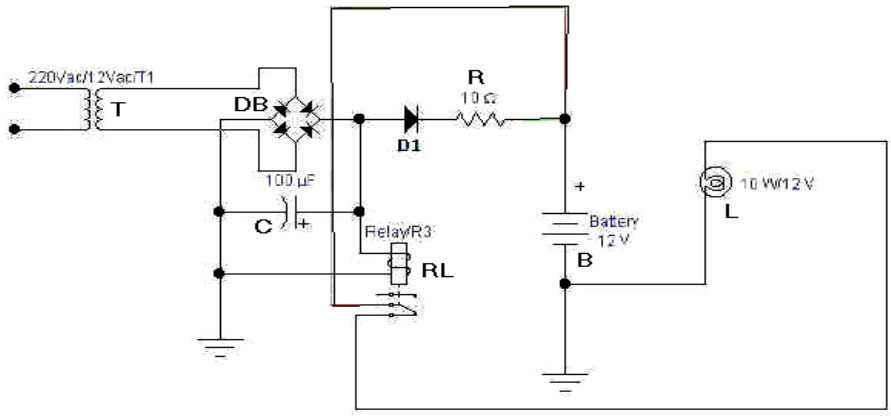
الاختبار العملي (٤)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم الدائرة التخطيطية الموجودة أمامك بالشكل التالي و تحويلها إلى دائرة مطبوعة ثم الإجابة على نفس الورقة على الأسئلة التي تتلو الشكل:



١-اذكر العناصر التي لا ترسم في الدائرة التخطيطية:

٢-أين ستوضع العناصر المرفوعة (السابقة) ؟

٣-أذكر مساحة الدائرة المطبوعة التي سيتم تثبيت عناصر الدائرة التخطيطية:

٤-اكتب عدد التحذيرات و الأخطاء التي ظهرت عند تنفيذ الدائرة التخطيطية، هل تم علاجها؟

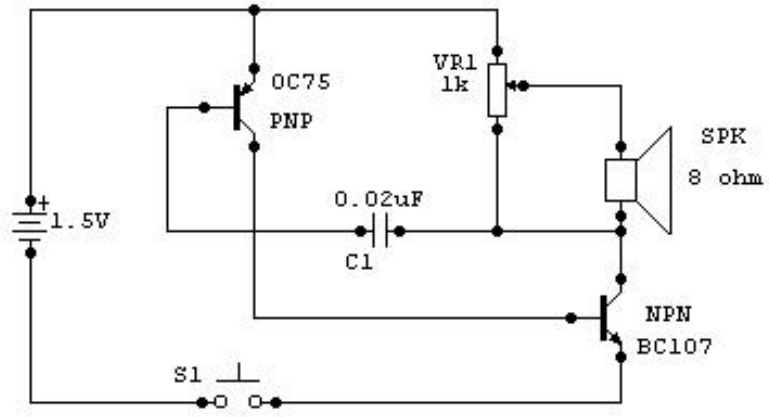
الاختبار العملي (٥)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم الدائرة التخطيطية الموجودة أمامك بالشكل التالي و تحويلها إلى دائرة مطبوعة ثم الإجابة على نفس الورقة على الأسئلة التي تتلو الشكل:



١-اذكر العناصر التي لا ترسم في الدائرة التخطيطية:

٢-أين ستوضع العناصر المرفوعة (السابقة) ؟

٣-أذكر مساحة الدائرة المطبوعة التي سيتم تثبيت عناصر الدائرة التخطيطية:

٤-اكتب عدد التحذيرات و الأخطاء التي ظهرت عند تنفيذ الدائرة التخطيطية، هل تم علاجها؟

الاختبار العملي (٦)

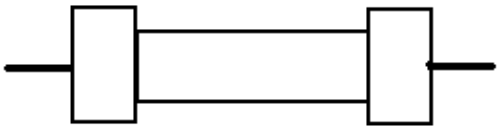
لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر المقاومة الموجود أمامك بالشكل التالي و هو يشمل الآتي:
الرمز البياني
التغليف

الرمز البياني



التغليف

أبعاد الأشكال السابقة متروك لك تقديرها بشرط أن لا تخرج عن حدود الأبعاد للعناصر الموجودة بمكتبات البرنامج
اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

الاختبار العملي (٧)

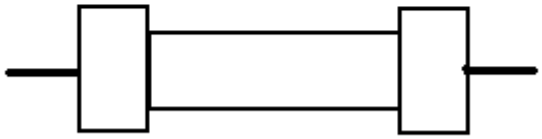
لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر المكثف السيراميك الموجود أمامك بالشكل التالي و هو يشمل الآتي:
الرمز البياني
التغليف

الرمز البياني



التغليف

أبعاد الأشكال السابقة متروك لك تقديرها بشرط أن لا تخرج عن حدود الأبعاد للعناصر الموجودة بمكتبات البرنامج
اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

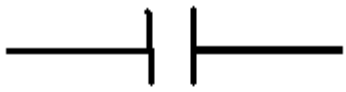
الاختبار العملي (٨)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر المكثف السيراميك الموجود أمامك بالشكل التالي و هو يشمل الآتي:
الرمز البياني
التغليف



الرمز البياني

التغليف

أبعاد الأشكال السابقة متروك لك تقديرها بشرط أن لا تخرج عن حدود الأبعاد للعناصر الموجودة بمكتبات البرنامج
اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

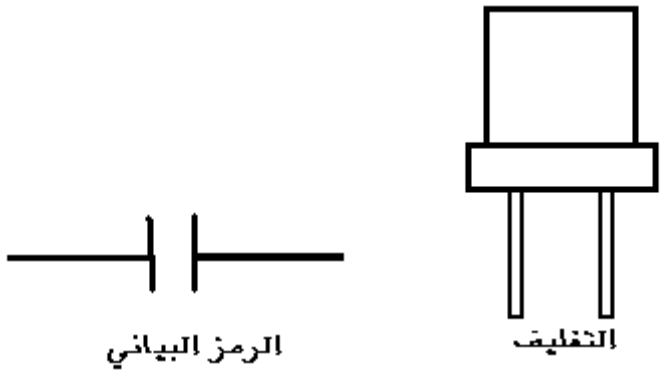
الاختبار العملي (٩)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر المكثف السيراميك الموجود أمامك بالشكل التالي و هو يشمل الآتي:
الرمز البياني
التغليف



أبعاد الأشكال السابقة متروك لك تقديرها بشرط أن لا تخرج عن حدود الأبعاد للعناصر الموجودة بمكتبات البرنامج
اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

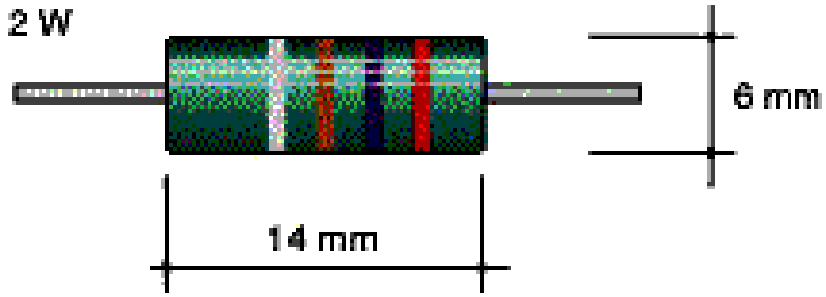
الاختبار العملي (١٠)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

أجب عن الأسئلة التالية :

١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

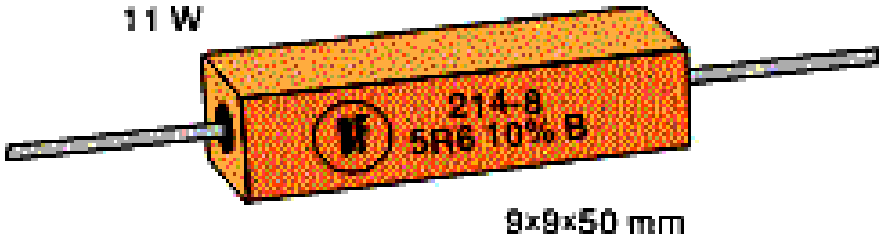
الاختبار العملي (١١)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

أجب عن الأسئلة التالية :

١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

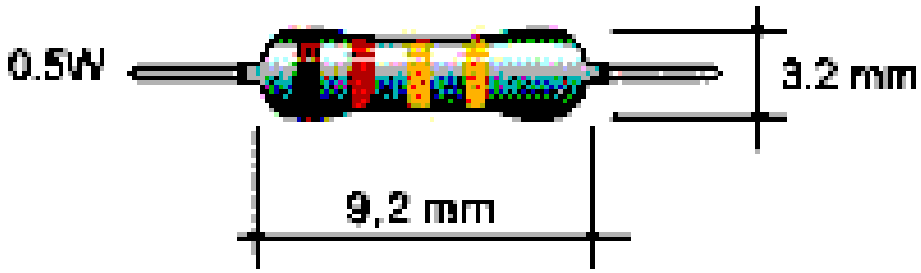
الاختبار العملي (١٢)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	التاريخ :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

أجب عن الأسئلة التالية :

١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

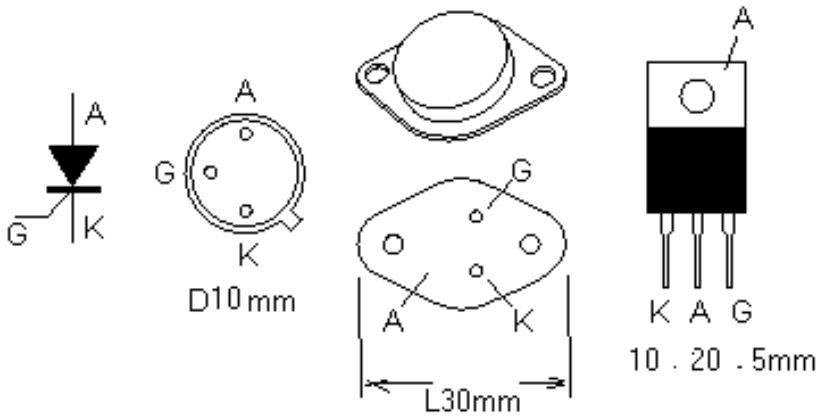
الاختبار العملي (١٣)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر موحد السيلكون المحكوم SCR بأحد تكنولوجيات التغليف الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم ملفك الجديد) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

أجب عن الأسئلة التالية :

١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز موحد السيلكون

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز موحد السيلكون

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

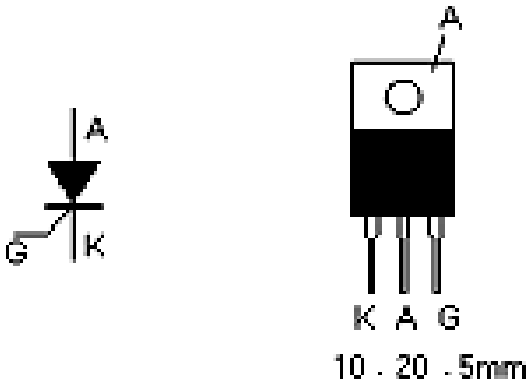
الاختبار العملي (١٤)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	الدرجة:
ملاحظات:	

المطلوب رسم عنصر موحد السيلكون المحكوم SCR بتكنولوجيا التغليف الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم ملفك الجديد) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

أجب عن الأسئلة التالية :

١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز موحد السيلكون

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز موحد السيلكون

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

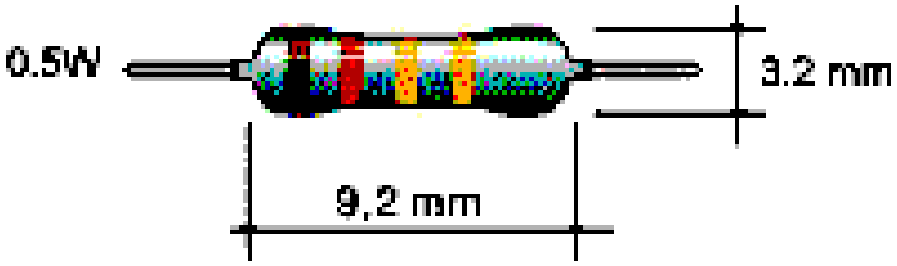
الاختبار العملي (١٥)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم

أجب عن الأسئلة التالية :

١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

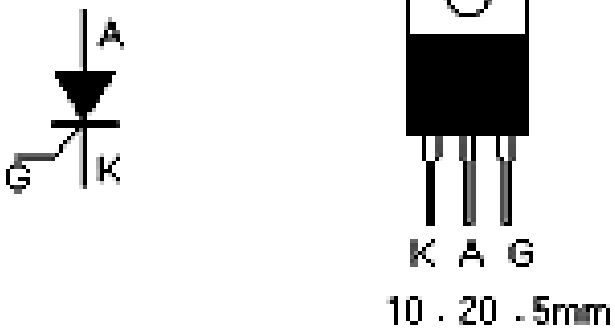
٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

الاختبار العملي (١٦)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية
الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر موحد السيلكون المحكوم SCR بتكنولوجيا التغليف الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم ملفك الجديد) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم
المطلوب رسم أصغر مقاس للتغليف

أجب عن الأسئلة التالية :
١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز موحد السيلكون

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز موحد السيلكون

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

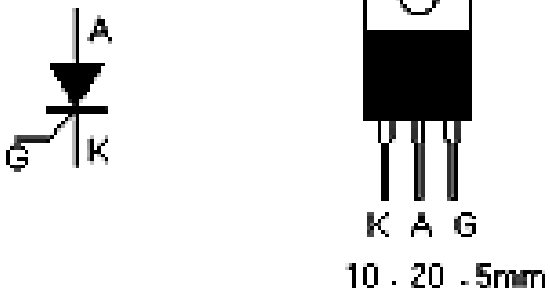
الاختبار العملي (١٧)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر موحد السيلكون المحكوم SCR بتكنولوجيا التغليف الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم ملفك الجديد) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم
المطلوب رسم أكبر مقاس للتغليف

أجب عن الأسئلة التالية :
١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز موحد السيلكون

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز موحد السيلكون

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

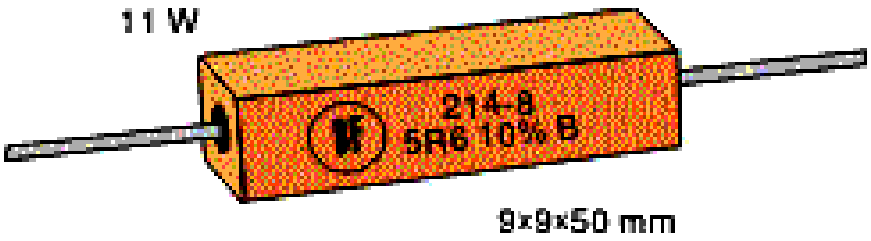
الاختبار العملي (١٨)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم
المطلوب رسم أصغر مقاس للتغليف

أجب عن الأسئلة التالية :
١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

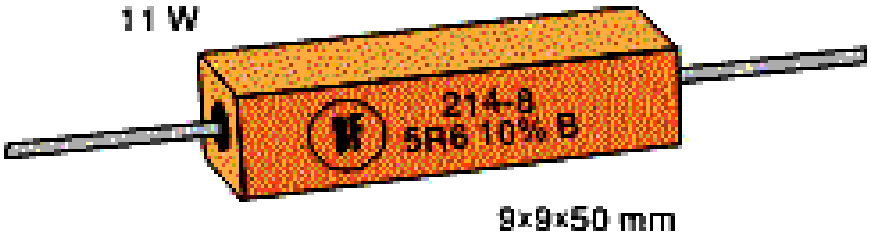
الاختبار العملي (١٩)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم
المطلوب رسم أكبر مقاس للتغليف

أجب عن الأسئلة التالية :
١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

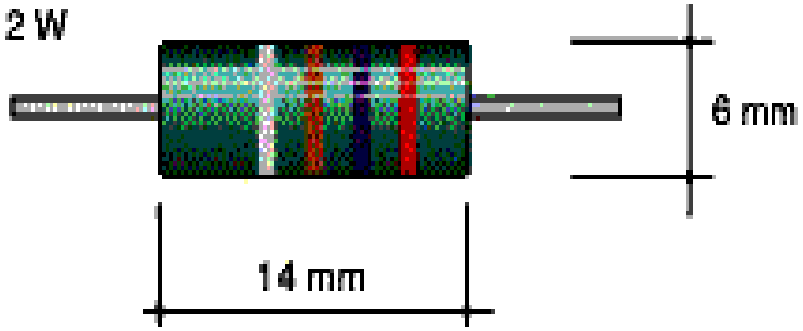
الاختبار العملي (٢٠)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم
المطلوب رسم أصغر مقاس للتغليف

أجب عن الأسئلة التالية :
١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

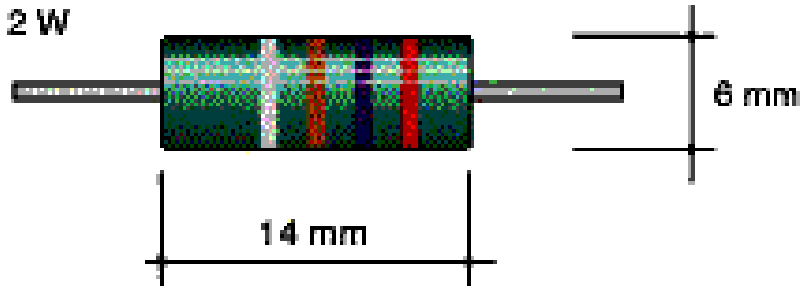
الاختبار العملي (٢١)

لمقرر رسم العناصر و الدوائر الإلكترونية

الفصل الدراسي الثاني للعام الجامعي ٢٠٠٧/٢٠٠٨م

اسم الطالب:	توقيع الطالب:
الرقم الأكاديمي:	الرقم المسلسل بالكشف:
رقم الفصل :	تاريخ امتحان الطالب :
ملاحظات:	الدرجة:

المطلوب رسم عنصر المقاومة الكربونية الموضحة أمامك بالشكل التالي مع الأخذ في الاعتبار الأبعاد المذكورة عليها :



اعتبر اسم النبيطة (اسم المكتبة الجديدة) هو رقمك التسلسلي بكشف الأسماء للفصل وقم بحفظه في مكتبة البرنامج بهذا الرقم
المطلوب رسم أكبر مقاس للتغليف

أجب عن الأسئلة التالية :
١-اكتب قيمة مستوى التبديل للأطراف الدبوسية swaplevel لرمز عنصر المقاومة

٢-اكتب تعريف direction كل طرف دبوسي لرمز عنصر المقاومة

٣-اكتب قيمة المسافة size بين خطوط الشبكة GRID المستخدمة عند رسم رمز هذا العنصر

المراجع :

(١) دليل البرنامج
(٢) الدليل التعليمي للبرنامج
(٣) الخبرة
(٤) موقع تسويق البرنامج CADSOFT

تـم بـحمـد الله

PCB Design Software

من الضروري أن يتقن المهندس العامل فى مجال التجميع الالكترونى احد البرمجيات المتخصصة فى تصميم الدوائر المطبوعة وبدون ذلك تنقطع صلته بتكنولوجيا العصر

د.جابر الأبيض